

**DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN PARA UN SOLDADOR DE COBRE**

**JONATHAN DELGADO RANGEL**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE AUTOMACIÓN Y ELECTRONICA  
PROGRAMA INGENIERÍA MECÁTRONICA  
SANTIAGO DE CALI  
2009**

# **DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN PARA UN SOLDADOR DE COBRE**

**JONATHAN DELGADO RANGEL**

**Pasantía para optar el título de  
Ingeniero Mecátronico**

**Director  
Jimmy Tombe  
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁTRONICA  
SANTIAGO DE CALI  
2009**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Comité de Grado  
en cumplimiento de los  
requisitos exigidos por la  
Universidad Autónoma de  
Occidente para optar al título de  
Ingeniero Mecatronico.**

---

**Jimmy Tombe  
Director trabajo de grado**

---

**Jurado**

**Santiago de Cali, Mayo de 2009**

Dedico este logro tan importante de mi vida a los que me brindaron tanto apoyo como lo son mis padres **Hugo Delgado Salazar** y **Wilma E. Rangel Jaimes**, que con todo el esfuerzo brindado por ellos hoy da frutos. Darle gracias a dios por todos estos momentos vividos y gratos recuerdos de la universidad y por un futuro lleno de logros.

Dedico este triunfo a mi novia **Angy Vargas** que me dio el apoyo en los momentos más difíciles de mi carrera.

Agradezco enormemente al ingeniero **Jimmy Tombe** que a demás de ser mi tutor de pasantía, fue uno de los profesores que me dejaron un gran conocimiento.

Un agradecimiento a los ingenieros **Rodrigo Carvajal** y **Jimmy Parra** que por su sabiduría me supieron guiar en la culminación del proyecto.

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
<b>1.1 OBJETIVO PRINCIPAL</b>	<b>15</b>
<b>1.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS</b>	<b>15</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DE LA MISIÓN</b>	<b>16</b>
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES</b>	<b>17</b>
<b>3.1 ESPECIFICACIONES PRELIMINARES</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1 Relación de las necesidades con las métricas</b>	<b>20</b>
<b>3.2 BENCHMARKING</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1 Evaluación de las métricas con productos competidores</b>	<b>22</b>
<b>3.2.2 Valores ideales y valores marginales</b>	<b>23</b>
<b>3.3 VALORES PRELIMINARES</b>	<b>24</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>25</b>
<b>5. MARCO TEÓRICO</b>	<b>26</b>
<b>6. GENERACIÓN DE CONCEPTOS</b>	<b>30</b>
<b>6.1 CLARIFICACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>30</b>

6.1.1 Descripción del problema.	30
6.1.2 Necesidades.	30
6.2 DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL	31
6.3 BÚSQUEDA	32
6.3.1 Búsqueda externa	32
6.3.2 Búsqueda interna	38
6.4 ARBOL DE CLASIFICACIÓN	38
6.4.1 Refinamiento de la descomposición funcional.	40
6.5 TABLA DE COMBINACIONES DE CONCEPTOS	40
7. SELECCIÓN DE CONCEPTOS	44
7.1 MATRIZ DE TAMIZAJE	45
7.2 MATRIZ PARA EVALUAR CONCEPTOS	46
8. PRUEBA DE CONCEPTOS	47
8.1 ENCUESTA	47
9. ESPECIFICACIONES FINALES	48
10. ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	49
10.1 INTERACCIONES ENTRE CONJUNTOS	51
10.1.1 Fundamentales.	51
10.1.2 Incidentales.	51
11. ARQUITECTURA DE SISTEMAS ELECTRONICOS	52

<b>11.1 DISEÑO DETALLADO</b>	<b>54</b>
11.1.1 Diseño de software	54
11.1.2 Diseño de hardware	55
<b>12. PROTOTIPADO</b>	<b>57</b>
<b>13. DISEÑO INDUSTRIAL</b>	<b>60</b>
13.1 VALORACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL DEL SOLDADOR	60
<b>14. DISEÑO PARA MANUFACTURA</b>	<b>62</b>
14.1 ESTIMACION DEL COSTO DE MANUFACTURA	62
<b>15. DISEÑO PARA MANTENIMIENTO</b>	<b>63</b>
<b>16. DETECCIÓN DE RIESGOS Y DISEÑO DE SOLUCIONES</b>	<b>64</b>
<b>17. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS MECATRONICOS</b>	<b>65</b>
<b>18. CONCLUSIONES</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>70</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1. Identificación de necesidades</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 2. Jerarquización de necesidades</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 3. Lista de las métricas</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 4. Necesidades vs. Métricas</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 5. Tabla de benchmarking</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 6. Comparación métrica con otros productos</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 7. Tabla valores marginales e ideal</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 8. Tabla valores preliminares</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 9. Características soldador forplast B70</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 10. Matriz de tamizaje.</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 11. Matriz para evaluar conceptos</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 12. Especificaciones preliminares.</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 13. Tabla de comparación CPUs S7- 200.</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 14. Valoración del diseño industrial.</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 15. Equipos de automatización y control</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 16. Materiales eléctricos</b>	<b>62</b>



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1. Caja Negra</b>	<b>31</b>
<b>Figura 2. Descomposición caja negra</b>	<b>31</b>
<b>Figura 3. Soldador tipo SE 2</b>	<b>33</b>
<b>Figura 4. Soldador tipo SE 100</b>	<b>34</b>
<b>Figura 5. Soldador tipo MK 300</b>	<b>34</b>
<b>Figura 6. Soldador automático de correas Forplast – B70</b>	<b>35</b>
<b>Figura 7. Sistema de corte y de soldadura por arco automático guiado por riel</b>	<b>37</b>
<b>Figura 8. Soldador por arco</b>	<b>37</b>
<b>Figura 9. Diagrama procesamiento.</b>	<b>38</b>
<b>Figura 10. Diagrama actuadores.</b>	<b>39</b>
<b>Figura 11. Diagrama sensores.</b>	<b>39</b>
<b>Figura 12. Descomposición funcional</b>	<b>40</b>
<b>Figura 13. Combinaciones de conceptos 1</b>	<b>40</b>
<b>Figura 14. Combinación de conceptos 2.</b>	<b>41</b>
<b>Figura 15. Combinación de conceptos 3.</b>	<b>42</b>
<b>Figura 16. Diagrama selección de conceptos.</b>	<b>44</b>
<b>Figura 17. Arquitectura de productos.</b>	<b>49</b>
<b>Figura 18. Esquema del producto.</b>	<b>50</b>
<b>Figura 19. Agrupación esquema del producto.</b>	<b>50</b>
<b>Figura 20. Interacción entre conjuntos fundamentales.</b>	<b>51</b>

<b>Figura 21. Interacción entre conjuntos incidentales.</b>	<b>51</b>
<b>Figura 22. Soldador.</b>	<b>52</b>
<b>Figura 23. Tablero botoneras soldador.</b>	<b>53</b>
<b>Figura 24. Tablero soldador.</b>	<b>53</b>
<b>Figura 25. Grafcet soldador</b>	<b>54</b>
<b>Figura 26. Simulación control del proceso (diagrama escalera)</b>	<b>57</b>
<b>Figura 27. Panel de simulación de entradas y salidas.</b>	<b>57</b>
<b>Figura 28. Tablero de control.</b>	<b>58</b>
<b>Figura 29. Electroválvulas neumáticas.</b>	<b>58</b>
<b>Figura 30. Electroválvulas hidráulicas</b>	<b>59</b>
<b>Figura 31. Dispositivo lógico programable (CPU 226)</b>	<b>59</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A. Entradas digitales.</b>	<b>69</b>
<b>Anexo B. Salidas digitales</b>	<b>70</b>
<b>Anexo C. Datos Técnicos de las CPU 226</b>	<b>71</b>
<b>Anexo D. Planos eléctricos del sistema de control. Entradas PLC (I0.0-I0.7)</b>	<b>72</b>
<b>Anexo E. Planos eléctricos del sistema de control. Entradas PLC (I1.0-I1.7)</b>	<b>73</b>
<b>Anexo F. Planos eléctricos del sistema de control. Salidas por relé (Q0.0-Q0.7)</b>	<b>74</b>
<b>Anexo G. Planos eléctricos del sistema de control. Salidas por relé (Q1.0-Q1.7)</b>	<b>75</b>
<b>Anexo H. Encuesta</b>	<b>76</b>
<b>Anexo I. Cronograma de actividades</b>	<b>78</b>

## **RESUMEN**

Este documento es un diseño para la investigación, descripción y análisis de las posibles mejoras que se le pueden hacer al proceso de control de un soldador de alambre de cobre.

Inicialmente se realizó una toma de información personalizada al ingeniero de mantenimiento y operarios así como los respectivos planos de la máquina soldadora de alambre de cobre, para así mirar las posibles fallas que hay en el proceso. El análisis de esta problemática se resolvió gracias al diseño detallado

Los resultados obtenidos permitieron identificar, definir y determinar los diferentes componentes y funciones del soldador, así como especificar el proceso de control de este y la verificación de los componentes y la corrección de posibles errores. Este proyecto es de gran importancia para la empresa ya que este soldador representa una parte esencial para el proceso de fabricación de alambre de menor calibre por medio de un horno de recocido y una trefiladora, para poder ser procesados para hacer diferentes cables.

## INTRODUCCIÓN

El estado del arte de la automatización industrial impone a toda empresa que posee procesos industriales, a buscar la optimización de los recursos con el fin de reducir sus costos fijos y obviamente, mejorar la calidad de su producto.

Dentro de la amplia gama de industrias disponibles en el mercado, se encuentra la industria de fabricación de cables de energía y de telecomunicaciones CENTELSA, orientada hacia la excelencia en el servicio y satisfacción de las necesidades de los consumidores, clientes en general.

CENTELSA Cables de Energía y Telecomunicaciones S.A. ha estado ligada a la industria nacional desde 1.955. Por más de 50 años ha conservado su liderazgo al ser la primera y más importante empresa colombiana fabricante de cables para energía y telecomunicaciones y una de las más importantes y dinámica en Latinoamérica. Esta distinción se ha obtenido gracias a la implementación tecnológica y la alta calidad en cada uno de sus procesos, procesos que se ha mejora con el pasar del tiempo y que le ha permitido a la industria mantenerse en el mercado.

Para asegurar la calidad de cada uno de los productos, CENTELSA se ha visto en la necesidad de realizar estudios en cada uno de sus procesos que le permitan mejorar su producción; éste es el caso del soldador de cobre, el cual es una de las maquinas más importantes en el desarrollo del cableado, pues es la primera fase por la que debe pasar el cobre (materia prima), para garantizar la más alta calidad del producto.

El soldador de cobre se encarga de unir la materia prima, con el fin de que se desarrolle un proceso continuo del producto, cuando se presentan problemáticas en esta parte del proceso, la producción se ve afectada significativamente, es por eso que la importancia de este elemento en la producción es fundamental.

Dada la importancia de esta máquina, la compañía implemento el estudio del soldador de cobre, y esto fue lo que se encontró en el proceso:

El estado inicial del soldador mostro un deterioro en su estructura y en sus componentes, los cuales han sido cambiados originalmente por fallas, el tablero de control y sus actuadores necesitan de unas especificaciones para poder tener un buen manejo del proceso de soldadura por fusión. Los planos y las especificaciones originales de la maquina fueron cambiados a medida del tiempo ya que los componentes por su desgaste y deterioro no se conseguían. Las medidas y calibraciones de los reguladores de aire se cuadran experimentalmente dependiendo del calibre del cobre por los ingenieros de mantenimiento.

Por lo anterior la compañía decidió realizar un rediseño para la actualización del proceso de control de uno de los principales soldadores de cobre, en el cual el operario tenga una mejor maniobrabilidad de la máquina y una mayor eficiencia. Uno de los mayores inconvenientes producidos por este soldador es la difícil identificación de un problema eléctrico, ya que muchos de los componentes ahí presentes no se encuentran en planos, otra de las dificultades es la calibración de esta máquina ya que muchas de las referencias de fabrica no son las referencias ideales para la realización de un buen proceso.

A continuación se presenta el desarrollo del proyecto, tendiente a plantear una solución que permita mejorar la calidad del producto, actualizando el sistema de control y operación de esta máquina para soldar alambrón de cobre, que seguramente aportara significativamente a la mejora continua de la compañía

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO PRINCIPAL**

El objetivo general es el diseño de la automatización del control del soldador y su tablero para mejorar su utilidad y mantenimiento.

### **1.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS**

- Cambiar la lógica cableada por lógica programada
- Diseñar la lógica de control del proceso
- Evaluar el estado de los elementos involucrados en el soldador(actuadores, sensores)
- Implementación del tablero de control
- Simulación de la estrategia control
- Aplicación de normas de seguridad industrial

## **2. PLANTEAMIENTO DE LA MISIÓN**

### ***Descripción del producto***

Sistema soldador de cobre de 8mm automatizado.

### ***Objetivos del marketing***

- Mejorar la efectividad del soldador de cobre para el último trimestre del 2008.
- Generar el 60% de ganancias a la compañía, a través de la automatización del soldador de cobre.
- Automatizar el proceso del soldador de cobre al 100% para el 2009.

### ***Mercado primario***

Empresas dedicadas al manejo de soldadura.

### ***Mercado secundario***

Pequeñas y medianas industrias productoras de cable.

### ***Premisas y restricciones***

- Programación de control.
- Autónomo.
- Alambre de 8 mm
- Eficacia del proceso

### ***Parte implicadas***

- Comerciantes
- Personal de ventas
- Servicio mantenimiento
- Personal de producción



### 3. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES

**Tabla 1. Identificación de necesidades**

Planteamiento del cliente(Requerimientos)	Planteamiento de la necesidad
<i>"Que el sistema sea automático"</i>	Sea automático
<i>"Que no sea muy costoso"</i>	Económico
<i>"Que ofrezca un proceso eficiente "</i>	Eficiente
<i>"Que sea fácil de manejar"</i>	Fácil uso
<i>"Ojala pueda encontrar repuestos fácilmente"</i>	Fácil adquisición de repuestos
<i>"Que lo pueda reparar fácilmente"</i>	Fácil mantenimiento y reparación
<i>"Que maneje un grado de seguridad"</i>	Seguridad industrial
<i>"Que tenga un tiempo de vida largo"</i>	Larga vida
<i>"Que me pueda comunicar fácilmente con él"</i>	Fácil interacción hombre maquina
<i>"Que garantice la seguridad de las personas"</i>	Confiable
<i>"Que no consuma mucha corriente "</i>	Bajo consumo de energía
<i>"Que sea rápido"</i>	Alta velocidad
<i>"Que sea de fácil adaptabilidad"</i>	Compatible
<i>"Que pueda soldar distintos diámetros"</i>	Compatible

**Tabla 2. Jerarquización de necesidades**

<b>No.</b>	<b>Necesidad</b>	<b>Importancia</b>
1	Sea automático	5
2	Fácil uso	4
3	Económico	3
4	Fácil adquisición de repuestos	2
5	Fácil mantenimiento y reparación	4
6	Eficiente	5
7	Seguridad industrial	5
8	Larga vida	4
9	Fácil interacción hombre maquina	3
10	Confiable	3
11	Bajo consumo de energía	3
12	Alta velocidad	3
13	Compatible	2

### 3.1. ESPECIFICACIONES PRELIMINARES

Tabla 3. Lista de las metricas

No	No. Necesidad	Métricas	Importancia	Unidades
1	1,2,6	Autonomía	5	%, tiempo
2	5,6	Eficiencia	5	%
3	3,4,11	Consumo	5	KW/h
4	1,6,7,11,12	Adaptable a diferentes soldadores	4	Subjetivo
5	2,5	Fácil manejo	3	Subjetivo
6	1,13	Plataformas compatibles	1	Lista
7	5	Fácil Mantenimiento	4	Subjetivo
8	4	Disponibilidad de repuestos en el mercado	3	Binario
9	11	Amperaje de consumo	3	A
10	7,9,10	Normas de seguridad industrial	5	Lista

En las especificaciones del producto se tiene en cuenta los parámetros que abarcan todo el proyecto, desde el software utilizado, las interfaces y los componentes del dispositivo, para así tener una visión más amplia y clara de las dimensiones tecnológicas que tendrá el producto y lo que nos permitirá buscar un espacio en el mercado en el que se encuentren sistemas similares que nos sirvan como marco de comparación.

### 3.1.1. Relación de las necesidades con las métricas.

**Tabla 4.Necesidades vs. Métricas**

<p>○ = 1.0 □ = 0.5 Δ = 0.0</p>		importancia	autonomía	eficiencia	consumo	adaptable a diferentes soldadores	fácil manejo	plataformas compatibles	fácil mantenimiento	disponibilidad de repuestos	consumo de amperaje	normas de seguridad industrial
1	Sea automático	5	○	□								□
2	Fácil uso	4		○			□		□			
3	Económico	3			○						□	
4	Fácil adquisición de repuestos	2				□				□		Δ
5	Fácil mantenimiento y reparación	4					○		○			
6	Eficiente	5	□	□								
7	Seguridad industrial	5	□				□					○
8	Larga vida	4		□	Δ							
9	Fácil interacción hombre maquina	3	□				□		□			□
10	Confiable	3	□				□					
11	Bajo consumo de energía	3								Δ	□	
12	Alta velocidad	3		□				Δ				
13	Compatible	2				□		□				
TOTAL = 56 PORCENTAJE RELATIVO			13	12,5	3	2	11,5	1	7,5	1	3	9
			20,47	19,69	4,72	3,15	18,1	1,57	11,81	1,57	4,72	14,17

### 3.2. BENCHMARKING

**Tabla 5. Tabla de benchmarking**

		importancia	soldador ms-20a	soldador ms-40	soldador ms-80	soldador ms-20
1	Sea automático	5	4	4	5	3
2	Fácil uso	4	4	4	4	3
3	Económico	3	2	2	1	3
4	Fácil adquisición de repuestos	2	2	2	2	2
5	Fácil mantenimiento y reparación	4	4	3	3	2
6	Eficiente	5	4	4	4	3
7	Seguridad industrial	5	4	3	4	2
8	Larga vida	4	3	3	3	3
9	Fácil interacción hombre maquina	3	4	4	5	3
10	Confiable	3	3	3	3	3
11	Bajo consumo de energía	3	2	2	2	2
12	Alta velocidad	3	3	2	4	2
13	Compatible	2	2	1	2	1
TOTAL = 152			41	37	42	32
PORCENTAJE RELATIVO			26,97368	24,34211	27,63158	21,05263

### 3.2.1. Evaluación de las métricas con productos competidores.

**Tabla 6. Comparación métrica con otros productos**

No	No. Necesidad relacionada	Métricas	Importancia	Soldador ms-20a	Soldador ms-40	Soldador ms-80	Soldador ms-20
1	1,2,6	Autonomía	5	50	60	70	30
2	5,6	Eficiencia	5	80	80	90	70
3	3,4,11	Consumo	5	5000	7000	10000	6000
4	1,6,7,11,12	Adaptable a diferentes soldadores	4	difícil	**	**	**
5	2,5	Fácil manejo	3	medio	fácil	medio	Fácil
6	1,13	Plataformas compatibles	1	***	***	***	***
7	5	Fácil mantenimiento	4	fácil	medio	fácil	Difícil
8	4	Disponibilidad de repuestos en el mercado	3	difícil	difícil	difícil	Difícil
9	11	Amperaje de consumo	3	1--10	1--10	1--100	1—10
10	7,9,10	Normas de seguridad industrial	5	medio	medio	medio	Bajo
11	11,3	alimentación de compresores y sensores	3	220vac 24vdc	220vac 24vdc	220vac 24vdc	220vac 24vdc

### 3.2.2. Valores ideales y valores marginales.

**Tabla 7. Tabla valores marginales e ideales**

<b>Métricas</b>	<b>Unidades</b>	<b>valor marginal</b>	<b>valor ideal</b>
Autonomía	%, tiempo	40	90
Eficiencia	%	50	98
Consumo	KW/h	1.65	1.09
Adaptable a diferentes soldadores	Subjetivo	Si	Si
Fácil manejo	Subjetivo	Fácil	Fácil
Plataformas compatibles	Lista	No	Si
Fácil mantenimiento	Subjetivo	Fácil	Fácil
Disponibilidad de repuestos en el mercado	Binario	Aceptable	Fácil
Amperaje de consumo	kA	1<100	<10
Normas de seguridad industrial	Lista	Implementos de seguridad	Implementos y dispositivos de seguridad
alimentación de compresores y sensores	v	220 vac -- 24 vdc	220 vac -- 24 vdc

### 3.3. VALORES PRELIMINARES

**Tabla 8. Tabla valores preliminares**

<b>Métricas</b>	<b>Unidades</b>	<b>valor</b>
Autonomía	%, tiempo	60
Eficiencia	%	50
Consumo	KW/h	1.38
Adaptable a diferentes soldadores	Subjetivo	Si
Fácil manejo	Subjetivo	Fácil
Plataformas compatibles	Lista	No
Fácil mantenimiento	Subjetivo	Fácil
Disponibilidad de repuestos en el mercado	Binario	Aceptable
Amperaje de consumo	kA	1<100
Normas de seguridad industrial	Lista	Implementos de seguridad
alimentación de compresores y sensores	v	220 vac -- 24 vdc



#### **4. METODOLOGÍA**

- Se hará un reconocimiento del proceso, además de los equipos de instrumentación y actuadores del soldador, que actualmente intervienen en el, esto se realizara con ayudas de la lectura, libros y documentos del soldador en los cuales también podemos encontrar diagramas de flujo y otras interpretaciones del proceso que nos podría ilustrar más el estudio de éste.
- Se llevara a cabo el proceso de levantamiento de toda la información relacionada con el control del soldador mediante la lógica secuencial que este maneja y los equipos como actuadores y sensores. A demás verificar el buen funcionamiento y estado de los mismo
- Se diseñara la lógica de control del proceso mediante un software llamado step 7 microwin, que sirve para el desarrollo de la programación de un PLC s7- 200.
- Se hará una implementación del proceso de control en un tablero.
- Se desarrollara por medio de un simulador llamado trilogic la respectiva simulación de la secuencia lógica del soldador verificando los datos y los procesos.
- A partir de la implementación del proceso de control mediante el PLC y las tarjetas de los relevos se harán respectivas pruebas conectándolo al antiguo tablero de control del soldador para así comprobar el diseño.
- Por último se entregara un informe donde se realice una sustentación del proyecto

## 5. MARCO TEORICO

**CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE(PLC)** El término PLC proviene de las siglas en inglés para Programmable Logic Controller, que traducido al español se entiende como “Controlador Lógico Programable”. Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los preaccionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa

Existen varios tipos de controladores lógicos programables y de distintas compañías y distintas series tales como lo son Allen Bradley, Siemens, entre otras. Las funciones principales de estos son:

**Detección:** lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

**Mando:** Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

**Dialogo hombre maquina:** Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

**Programación:** Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la maquina.

**Redes de comunicación:** Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómetas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

**Control de procesos continuos:** Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómetas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de

entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

**Buses de campo:** Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

**Entradas- Salidas distribuidas:** Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

La **soldadura** es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas derretiendo ambas y agregando un material de relleno derretido (metal o plástico), el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el *baño de soldadura*) que, al enfriarse, se convierte en una unión fuerte. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda y la soldadura fuerte, que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo

La **soldadura por resistencia** implica la generación de calor pasando corriente a través de la resistencia causada por el contacto entre dos o más superficies de metal. Se forman pequeños charcos de metal fundido en el área de soldadura a medida que la elevada corriente (1.000 a 100.000 amp.) pasa a través del metal. En general, los métodos de la soldadura por resistencia son eficientes y causan poca contaminación, pero sus aplicaciones son algo limitadas y el costo del equipo puede ser alto.

**Arco eléctrico:** En electricidad se denomina a la descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos sometidos a una diferencial de potencial sometidos a la atmósfera.

**Breaker:** Es un switch eléctrico operado automáticamente diseñado para proteger un circuito eléctrico de daños causado por sobrecarga o corto circuito.

**Campo eléctrico:** Es una cantidad del entorno que rodea a una carga eléctrica, modelado conforme a un espacio vectorial que relaciona los puntos

que se hallan en ese sector con un vector conocido como intensidad de campo eléctrico.

La **Fusión** es el cambio de una sustancia del estado sólido al líquido, normalmente por aplicación de calor. El proceso de fusión es el mismo que el de fundición, pero el primer término se aplica generalmente a sustancias como los metales, que se licúan a altas temperaturas, y a sólidos cristalinos. Cuando una sustancia se encuentra a su temperatura de fusión, el calor que se suministra es absorbido por la sustancia durante su transformación, y no produce variación de su temperatura. Este calor adicional se conoce como calor de fusión (véase Punto de solidificación). El término fusión se aplica también al proceso de calentar una mezcla de sólidos para obtener una disolución líquida simple, como en el caso de las aleaciones.

Las **electroválvulas** son válvulas de seguridad para prensas y actuadores neumáticos que requieren un control seguro, son componentes activos de 3 vías, 2 posiciones cerradas en pos. De reposo, y controlan el flujo del aire comprimido, empleado como energía en actuadores de simple efecto.

Para garantizar su función de elemento de seguridad como solicitan las normas actualmente en vigor (p.ej. EN 692 en la CEE) las electroválvulas deben ser de doble cuerpo, estar dotadas de un sistema de monitor dinámico del funcionamiento y bloquear la válvula en presencia de avería en el sistema.

Un **relé** es un dispositivo que, intercalado en un circuito, produce determinadas modificaciones en el mismo o en otro conectado con él, mediante la apertura o cierre de sus contactos, el relé puede influir en el funcionamiento de otro circuito. Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Los relees están divididos en:

- **Relés electromecánicos**

**Relés de tipo armadura:** pese a ser los más antiguos siguen siendo lo más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electroimán provoca la basculación de una armadura al ser excitado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es NA o NC.

**Relés de núcleo móvil:** a diferencia del anterior modelo estos están formados por un émbolo en lugar de una armadura. Debido su mayor fuerza de atracción, se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos. Es muy utilizado cuando hay que controlar altas corrientes.

**Relé tipo reed o de lengüeta:** están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal.

Estos contactos conmutan por la excitación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.

**Relés polarizados o biestables:** se componen de una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electroimán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto. Al excitar el electroimán, se mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos. Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito.

- **Relé de estado sólido**

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico.

- **Relé de corriente alterna**

Cuando se excita la bobina de un relé con corriente alterna, el flujo magnético en el circuito magnético, también es alterno, produciendo una fuerza pulsante, con frecuencia doble, sobre los contactos. Es decir, los contactos de un relé conectado a la red, en Europa oscilarán a 50 Hz y en América a 60 Hz. Este hecho se aprovecha en algunos timbres y zumbadores, como un activador a distancia. En un relé de corriente alterna se modifica la resonancia de los contactos para que no oscilen.

**NTC 2050**(normas técnicas colombianas) Código eléctrico Colombiano a partir del año 2004, se creó un reglamento técnico de instalaciones eléctricas, cuyo objetivo principal es garantizar la seguridad de personas, vida animal y vegetal, y la preservación del medio.

La **tensión** es la diferencia de potencial eléctrico que tiene que existir entre los bornes de conexión o entre dos partes activas de una instalación, para que la corriente eléctrica circule por dicha instalación.

## 6. GENERACIÓN DE CONCEPTOS

### 6.1. CLARIFICACIÓN DEL PROBLEMA

#### 6.1.1. Descripción del problema.

Diseño de la automatización del proceso de control para un soldador de cobre

#### 6.1.2. Necesidades

Necesidad
Sea automático
Fácil uso
Económico
Fácil adquisición de repuestos
Fácil mantenimiento y reparación
Eficiente
Seguridad industrial
Larga vida
Fácil interacción hombre maquina
Confiable
Bajo consumo de energía
Alta velocidad
Compatible

## 6.2. DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL

Figura 1. Caja Negra

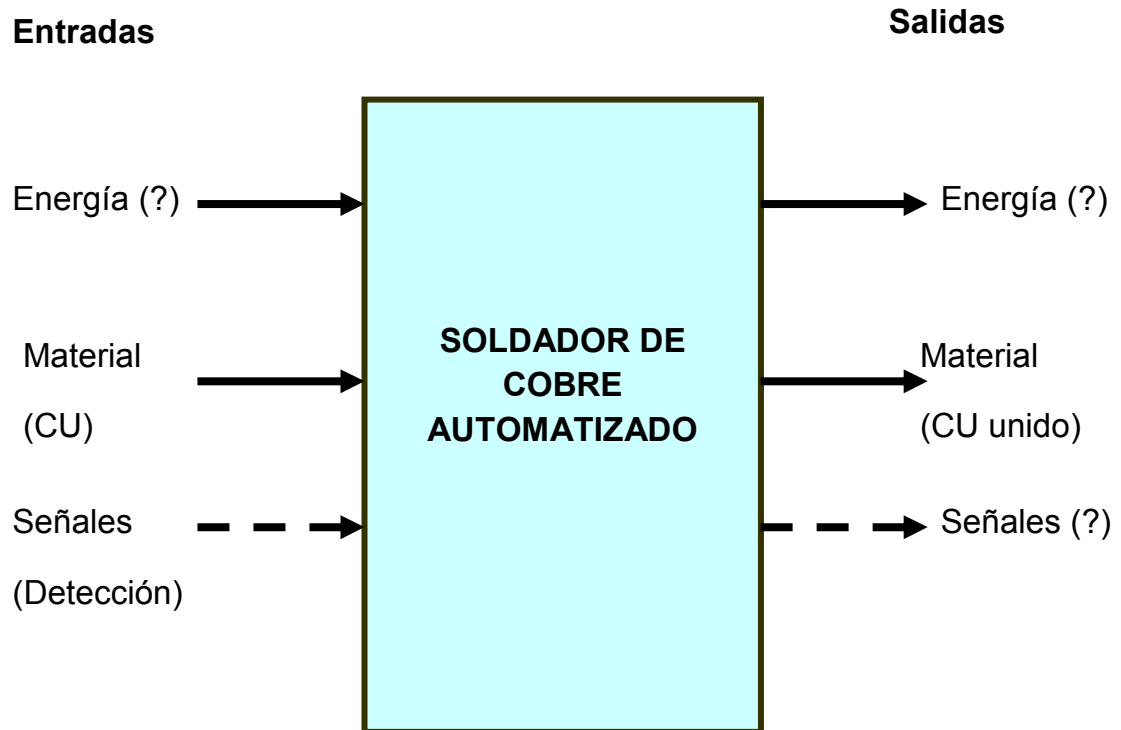
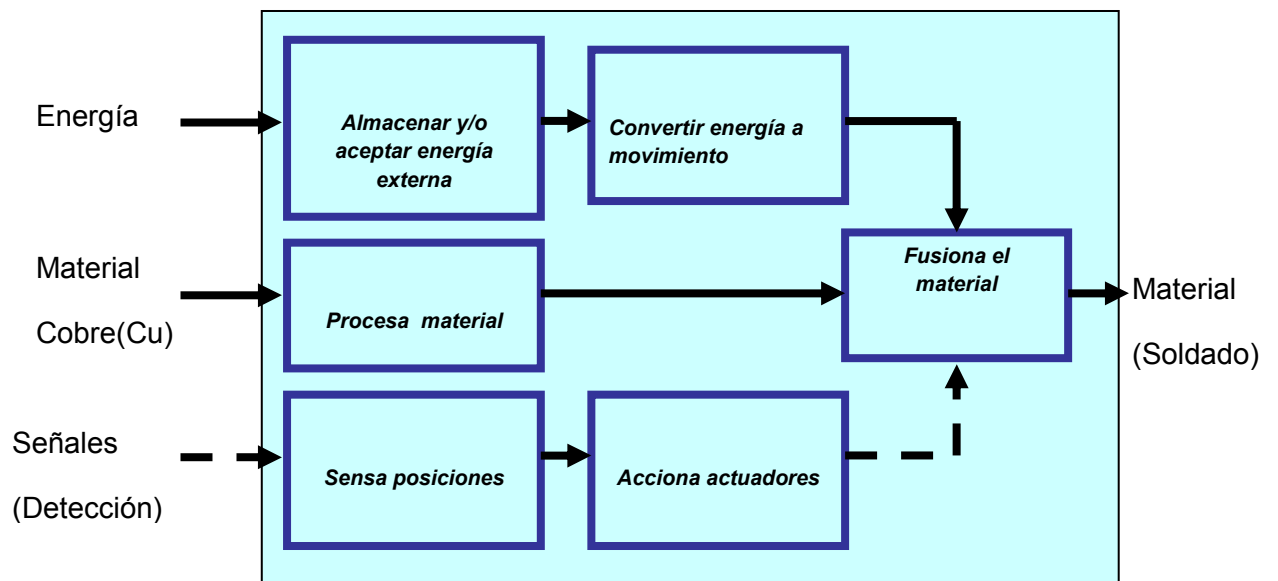


Figura 2. Descomposición caja negra



## **6.3. BUSQUEDA**

### **6.3.1. Búsqueda externa**

#### **Vías utilizadas:**

##### **a. Literatura especializada:**

##### **Internet:**

La Internet es sin duda la fuente de información más grande en el mundo, con interesantes artículos y desarrollos a nivel mundial en industrias metalmeccánicas, todo asequible a partir de un clic.

La información encontrada corresponde a los diferentes tipos de soldadores automáticos creados en el mundo, para llevar a cabo distintos tipos de tareas, pero todas con los mismos objetivos, reducir costos, aumentar la productividad, lograr mayor precisión y hacer que los procesos sean más rápidos y eficientes.

##### **Benchmarking competitivo:**

La empresa AUGUST STRECKER GmbH & Co. KG se ha especializado desde hace casi 75 años en el desarrollo y la producción de máquinas de soldadura a tope para casi todas las aplicaciones de la industria del alambre y de los cables.

Este programa de fabricación comprende tanto máquinas para soldar a tope alambres macizos como para soldar cables de hilos retorcidos y conductores cableados. Se sueldan todos los metales considerados como soldables, pero entre los materiales más demandados están las aleaciones de acero así como las de aluminio y cobre.

Las máquinas de soldar a tope para unir el cordón de acero utilizado en los neumáticos de automóviles tienen una gran importancia en la producción total. ¡Precisamente en este sector ha logrado nuestra empresa una reputación extraordinaria!



Las soldadoras STRECKER cubren la gama de 0.08 a 1,200 mm<sup>2</sup> de conductores eléctricos de cobre, y en cordones de aluminio de 1.5 a 1,200 mm<sup>2</sup>. En las gamas bajas estos equipos son operados manualmente, soldando con la ayuda de tubos de vidrio o cerámica.

En la gama alta de sección de cable se tiene tanto los equipos operados manualmente como las accionadas neumáticamente. La unión de estas soldaduras se realiza a través de tubos cerámicos o de grafito.

Algunos soldadores son el tipo SE 2 en donde su proceso es manual, el tipo SE 100 es semiautomático, al igual que el tipo MK 300 pero tiene más funciones.

**Figura 3. Soldador tipo SE 2**



Fuente: Cables retorcidos de cobre o aluminio [en línea]. Alemania: Strecker, 2008. [consultado el 20 de julio de 2008]. Disponible en internet: [http://www.strecker-limburg.de/index\\_es.php?cid=3ujl](http://www.strecker-limburg.de/index_es.php?cid=3ujl)

Tipo SE 2 Soldadora eléctrica a tope - soldar mediante tubitos cerámicos  
Campo de trabajo

cablecillos de cobre	0,35 - 16 mm <sup>2</sup>
cablecillos de aluminio	1,50 - 16 mm <sup>2</sup>

**Figura 4. Soldador tipo SE 100**



Fuente: Cables retorcidos de cobre o aluminio [en línea]. Alemania: Strecker, 2008. [consultado el 20 de julio de 2008]. Disponible en internet: [http://www.strecker-limburg.de/index\\_es.php?cid=3ujl](http://www.strecker-limburg.de/index_es.php?cid=3ujl)

**Tipo SE 100** Soldadora eléctrica a tope - soldar mediante tubitos cerámicos  
Campo de trabajo

conductores cableados de cobre 25 - 400 mm<sup>2</sup>

conductores cableados de aluminio 25 - 500 mm<sup>2</sup>

**Figura 5. Soldador tipo MK 300**



Fuente: Cables retorcidos de cobre o aluminio [en línea]. Alemania: Strecker, 2008. [consultado el 20 de julio de 2008]. Disponible en internet: [http://www.strecker-limburg.de/index\\_es.php?cid=3ujl](http://www.strecker-limburg.de/index_es.php?cid=3ujl)

**Tipo MK 300** Soldadora eléctrica a tope con recalado doble y desbarbado automático

soldar sin tubitos

Campo de trabajo

conductores cableados de cobre 95 - 1200 mm<sup>2</sup>

conductores cableados de aluminio 120 - 1200 mm<sup>2</sup>

**Figura 6. Soldador automático de correas Forplast – B70**



Fuente: forsthoﬀ [en línea]. Alemania, 2008 [consultado el 28 de julio de 2008]. Disponible en internet: <http://www.forsthoﬀwelding.com/es/productos/maquinas-automaticas-de-soldadura/soldador-automatico-de-correas-forplast-b70.html>

- El soldador automático FORPLAST-B70 es un aparato muy potente para la colocación de correas de 70 mm.
- Este soldador automático dispone de una potencia de calentamiento de 4000 W 230 V de corriente alterna que puede emplearse fácilmente y sin

complicaciones a su máximo rendimiento. La boquilla de cintas extra-ancha suelda las correas en toda su extensión y nítidamente.

- La estable unidad de desplazamiento del FORPLAST-B70 se encuentra equipada con un eficiente y potente motor reductor y hace posible un fuerte apriete.
- También este aparato automático se asienta en una superficie de apoyo de tres puntos, lo cual compensa las pequeñas desigualdades de la superficie de soldadura.
- El ajuste de la velocidad se lleva a cabo, como en el caso de todos los modelos, graduación continua y permite una adaptación a los más diversos materiales.

**Tabla 9. Características soldador forplast B70**

<b>Tipo</b>	<b>FORPLAST-B70</b>
<b>Tensión</b>	<b>230 V 50/60 Hz</b>
<b>Potencia de calentamiento</b>	<b>4000 W 230 V</b>
<b>Temperatura</b>	<b>Conmutable a 3 niveles de calentamiento, potencia máx. recomendable</b>
<b>Peso</b>	<b>29,0 kg con cable de conexión de 7 m</b>
<b>Dimensiones</b>	<b>Largo: 550 mm, ancho: 510 mm, alto: 400 mm (sin asa guía)</b>
	<b>Largo: 570 mm, ancho: 510 mm, alto: 740 mm (con asa guía)</b>

Fuente: forsthoﬀ [en línea]. Alemania, 2008 [consultado el 28 de julio de 2008]. Disponible en internet: <http://www.forsthoﬀwelding.com/es/productos/maquinas-automaticas-de-soldadura/soldador-automatico-de-correas-forplast-b70.html>

**Figura 7. Sistema de corte y de soldadura por arco automático guiado por riel**



Fuente: Bugo systems [en línea]. Estados unidos: Direct industry, 2008. [consultado el 22 de julio de 2008]. Disponible en internet: <http://www.directindustry.es/prod/bug-o-systems/sistema-de-corte-y-de-soldadura-por-arco-automatico-guiado-por-riel-11660-84836.html>

El sistema de impulsión modular puede proporcionar una soldadura continua a velocidades muy precisas, produciendo las autógenas sin defectos, en una fracción al mismo tiempo que es requerida la soldadura. Los diferentes tipos de riel permiten que el sistema, sea utilizado en todos los tipos de trabajo. Los módulos alternativos de los mandos permiten que el sistema realice la soldadura continua del larguero, la soldadura de la armadura, el desmontaje, biselar y el corte de forma programable.

**Figura 8. Autómata de soldadura por arco**



Fuente: Bugo systems [en línea]. Estados unidos: Direct industry, 2008. [consultado el 22 de julio de 2008]. Disponible en internet: <http://www.directindustry.es/prod/bug-o-systems/sistema-de-corte-y-de-soldadura-por-arco-automatico-guiado-por-riel-11660-84836.html>

### 6.3.2. Búsqueda interna (*brainstorming*)

El grupo a partir de la lluvia de ideas se generaron los siguientes conceptos

#### Procesamiento

- Microprocesador
- Plc

#### Actuadores

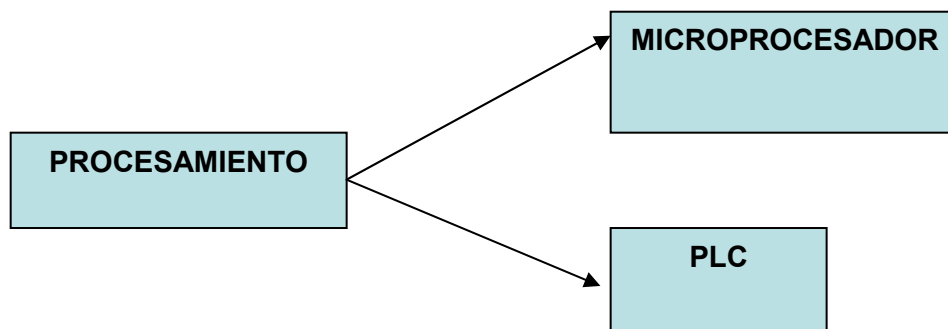
- Motores
- Hidráulicos
- Neumáticos

#### Sensores

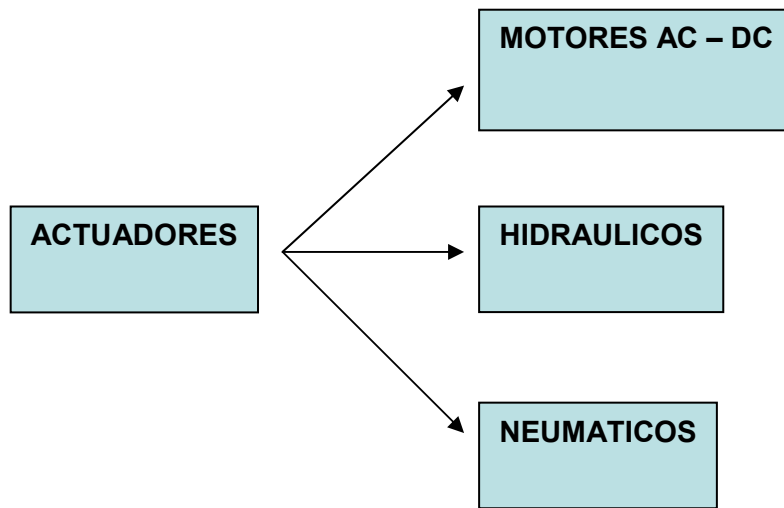
- Infrarrojo
- Micros
- Presión
- Capacitivo
- inductivos

### 6.4. ARBOLES DE CLASIFICACIÓN

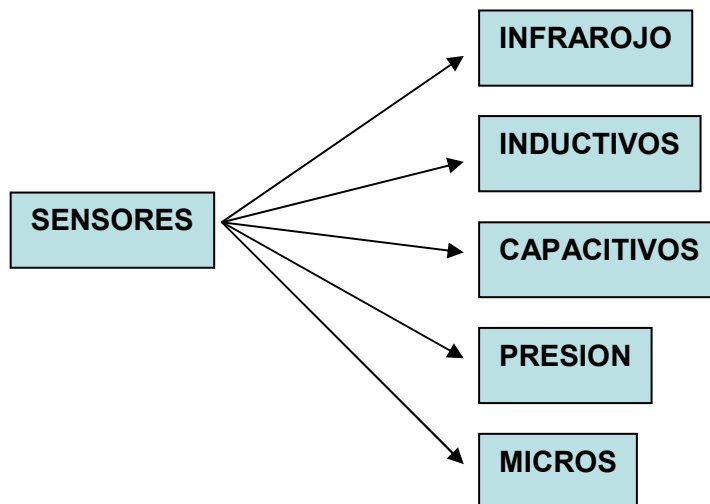
Figura 9. Diagrama procesamiento



**Figura 10. Diagrama actuadores**

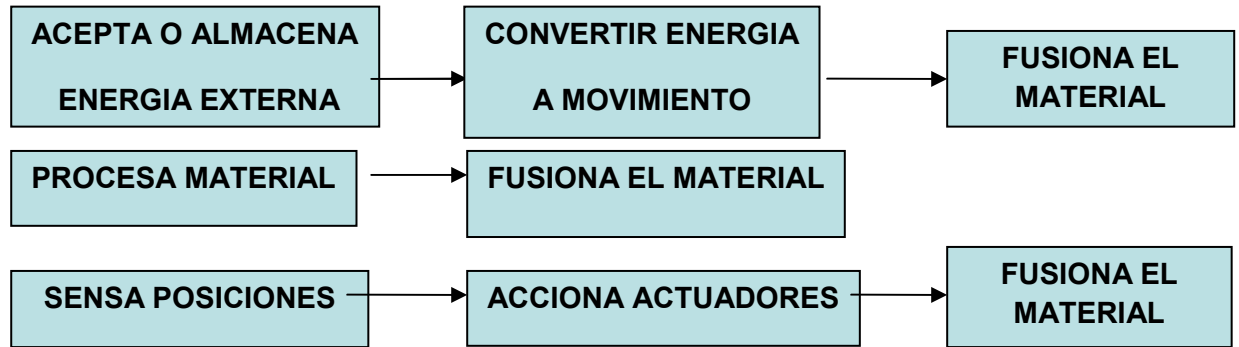


**Figura 11. Diagrama sensores**



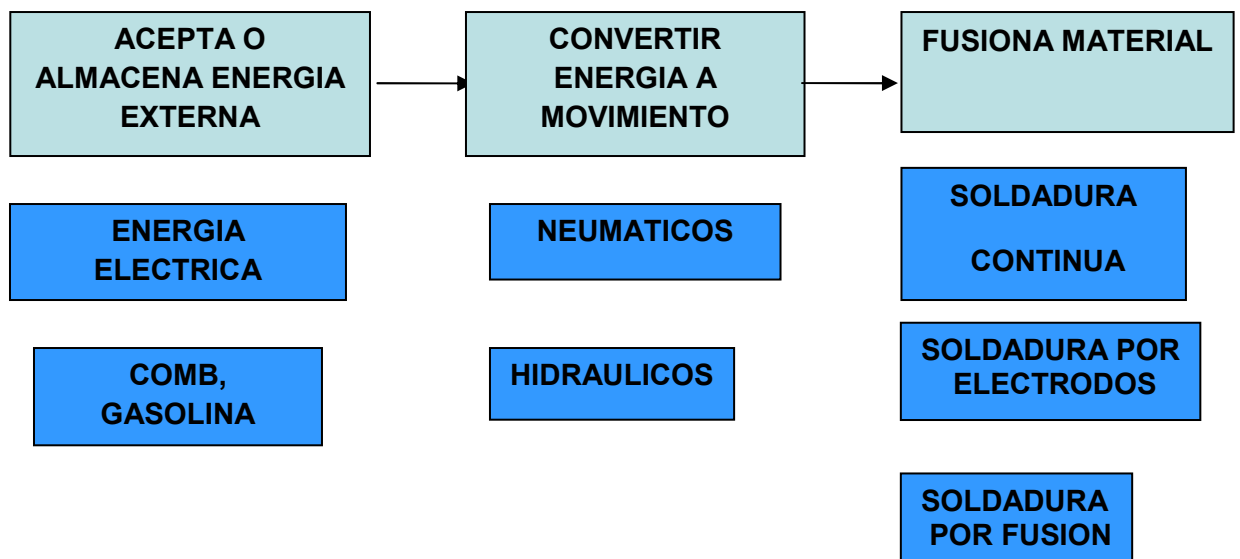
#### 6.4.1. Refinamiento de la descomposición funcional.

Figura 12. Descomposición funcional



#### 6.5. TABLA DE COMBINACIONES DE CONCEPTOS

Figura 13. Combinaciones de conceptos 1

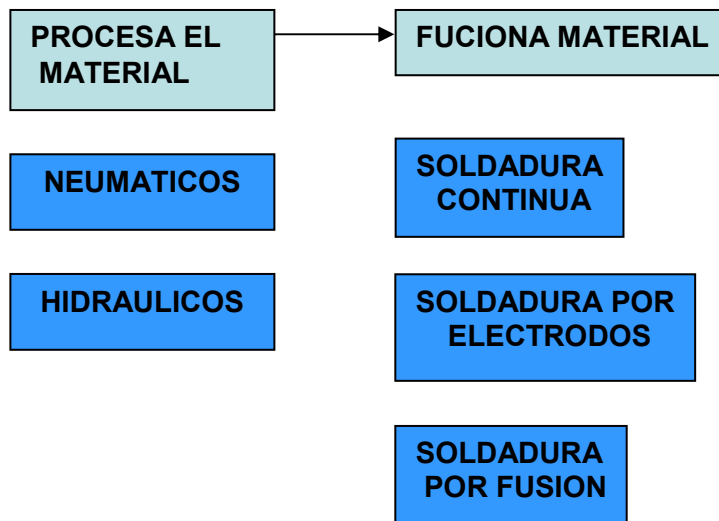




## POSIBLES COMBINACIONES

Energía eléctrica – neumáticos – soldadura continua  
Energía eléctrica – neumáticos – soldadura por electrodos  
Energía eléctrica – neumáticos – soldadura por fusión  
Energía eléctrica – hidráulicos – soldadura continua  
Energía eléctrica – hidráulicos – soldadura por electrodos  
Energía eléctrica – hidráulicos – soldadura por fusión  
Comb, gasolina – neumáticos - soldadura continua  
Comb, gasolina – neumáticos – soldadura por electrodos  
Comb, gasolina - neumáticos – soldadura por fusión  
Comb, gasolina – hidráulicos – soldadura continua  
Comb, gasolina – hidráulicos – soldadura por electrodos  
Comb, gasolina – hidráulicos – soldadura por fusión

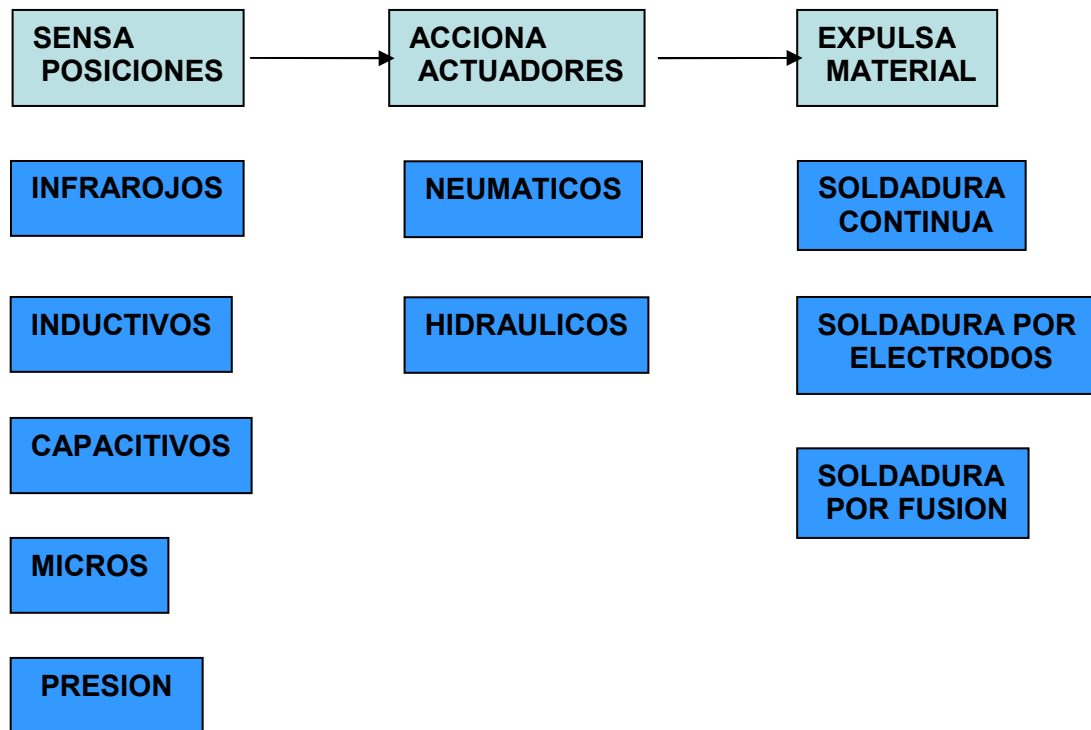
**Figura 14. Combinación de conceptos 2**



## POSIBLES COMBINACIONES

Neumáticos – soldadura continúa  
Neumáticos – soldadura por electrodos  
Neumáticos – soldadura por fusión  
Hidráulicos – soldadura continúa  
Hidráulicos – soldadura por electrodos  
Hidráulicos – soldadura por fusión

**Figura 15. Combinación de conceptos 3**



#### POSIBLES COMBINACIONES

Infrarrojos – neumáticos – soldadura continúa  
 Infrarrojos – neumáticos – soldadura por electrodos  
 Infrarrojos – neumáticos – soldadura por fusión  
 Infrarrojos – hidráulicos – soldadura continúa  
 Infrarrojos – hidráulicos – soldadura por electrodos  
 Infrarrojos – hidráulicos – soldadura por fusión

Inductivos – neumáticos – soldadura continúa  
 Inductivos – neumáticos – soldadura por electrodos  
 Inductivos – neumáticos – soldadura por fusión  
 Inductivos – hidráulicos – soldadura continúa  
 Inductivos – hidráulicos – soldadura por electrodos

Inductivos – hidráulicos – soldadura por fusión  
Capacitivos – neumáticos – soldadura continua  
Capacitivos – neumáticos – soldadura por electrodos  
Capacitivos – neumáticos – soldadura por fusión  
Capacitivos – hidráulicos – soldadura continua  
Capacitivos – hidráulicos – soldadura por electrodos  
Capacitivos – hidráulicos – soldadura por fusión

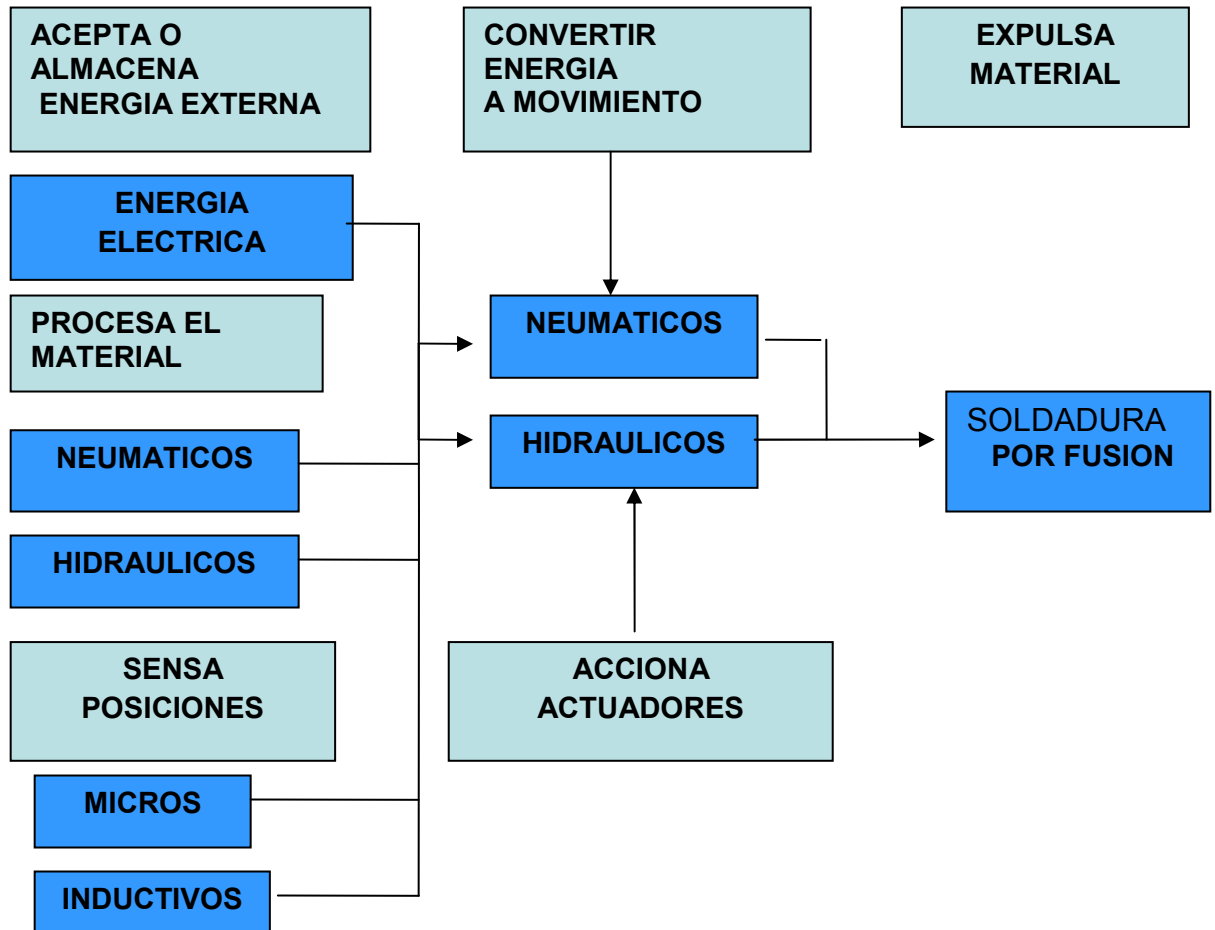
Micros – neumáticos – soldadura continua  
Micros – neumáticos – soldadura por electrodos  
Micros – neumáticos – soldadura por fusión  
Micros – hidráulicos – soldadura continua  
Micros – hidráulicos – soldadura por electrodos  
Micros – hidráulicos – soldadura por fusión

Presión – neumáticos – soldadura continua  
Presión – neumáticos – soldadura por electrodos  
Presión – neumáticos – soldadura por fusión  
Presión – hidráulicos – soldadura continua  
Presión – hidráulicos – soldadura por electrodos  
Presión – hidráulicos – soldadura por fusión

## 7. SELECCIÓN DE CONCEPTOS

Evaluando las posibles soluciones para el problema y analizando la viabilidad y la disponibilidad de tecnología que ya había en el sistema, se realizó el método de pasa no pasa se escogieron los siguientes conceptos.

**Figura 16. Diagrama selección de conceptos**



CONCEPTO A:

Energía eléctrica – actuadores neumáticos – sensores micros – soldadura por fusión

CONCEPTO B:

Energía eléctrica – actuadores hidráulicos – sensores micros e inductivos – soldadura por fusión

CONCEPTO C:

Energía eléctrica – actuadores hidráulicos y neumáticos – sensores micros – soldadura por fusión

CONCEPTO D:

Energía eléctrica – actuadores hidráulicos y neumáticos – sensores micros – sensores inductivos – soldadura por fusión

El concepto D se selecciono con un controlador lógico programable en donde más adelante se darán especificaciones de este y su selección.

## 7.1. MATRIZ DE TAMIZAJE

Tabla 10. Matriz de tamizaje

	VARIANTES DE CONCEPTOS				
CRITERIOS DE SELECCION	A	B	C	D	REF- E
El soldador es autónomo	+	+	+	+	0
Facilidad de uso	0	+	0	+	0
Facilidad de mantenimiento	0	0	0	0	0
Consumo de energía	0	0	-	0	0
Adaptabilidad	+	-	+	+	0
Facilidad de producción	+	+	+	+	0
POSITIVOS	3	3	3	4	
IGUALES	3	2	2	2	
NEGATIVOS	0	1	1	0	
TOTAL	3	2	2	4	
ORDEN	2	4	3	1	
CONTINUAR?	SI	NO	NO	SI	

+: MEJOR QUE...  
 0: IGUAL A...  
 -: MENOR QUE...

## 7.2. MATRIZ PARA EVALUAR CONCEPTOS

Tabla 11. Matriz para evaluar conceptos

		VARIANTES DE CONCEPTOS			
		D		A - REF	
CRITERIOS DE SELECCION	% PONDERACION	NOTA	CRITERIO PONDERADO	NOTA	CRITERIO PONDERADO
El soldador es autónomo	30	4	1,2	2	0,6
Facilidad de uso	25	4	1	2	0,5
Facilidad de mantenimiento	20	3	0,6	3	0,6
Consumo de energía	5	2	0,1	2	0,1
Adaptabilidad	10	2	0,2	2	0,2
Facilidad de producción	10	3	0,3	2	0,2
TOTAL	100	3,4		2,2	
ORDEN		1		2	
CONTINUAR?		DESARROLLAR		NO	

1: MUCHO PEOR QUE...  
 2: PEOR QUE...  
 3: IGUAL A...  
 4: MEJOR QUE...  
 5: MUCHO MEJOR QUE...

De acuerdo a la matriz para evaluar los conceptos el que tiene la mayor viabilidad es el concepto D.

## **8. PRUEBA DE CONCEPTOS**

Mediante la encuesta podemos determinar si el dispositivo que se está desarrollando va a ser aceptado por los clientes potenciales, para obtener un buen resultado se debe seleccionar cuidadosamente la población objetivo.

### **8.1. ENCUESTA**

La encuesta está orientada hacia directivos de las industrias metalmecánicas, Talleres de Mecánica y personas interesadas en productos similares; se les hizo una descripción verbal del producto, igualmente se les presento un prototipo físico para posteriormente diligenciar la encuesta.

De los resultados podemos observar que con respecto a los dispositivos actuales su confiabilidad es considerada poca, es decir que no se espera mucho de estos.

Con respecto al precio el promedio fue de \$ 6'000.000, lo cual es un buen dato para nosotros puesto a que está en el rango de presupuesto que se planeo para el soldador.

La calificación recibida fue en promedio de 3.6, y se observa que nadie respondió con el dato máximo que era de 5. Lo anterior nos da a entender que el producto necesita una mejor presentación ante el cliente.

## 9. ESPECIFICACIONES FINALES

**Tabla 12. Especificaciones preliminares.**

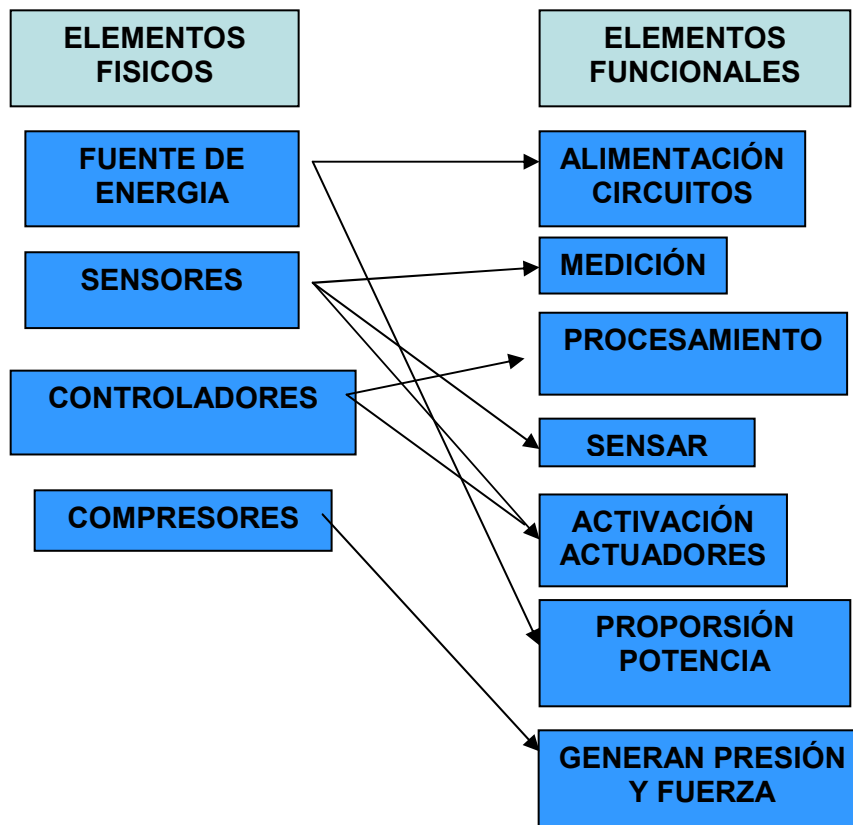
Métricas	Unidades	valor
Autonomía	%, tiempo	60
Eficiencia	%	50
Consumo	KW/h	1,38
Adaptable a diferentes soldadores	Subjetivo	Si
Fácil manejo	Subjetivo	Fácil
Plataformas compatibles	Lista	No
Fácil mantenimiento	Subjetivo	Fácil
Disponibilidad de repuestos en el mercado	Binario	Acceptable
Amperaje de consumo	kA	1<100
Normas de seguridad industrial	Lista	implementos de seguridad
alimentación de compresores y sensores	v	220 vac -- 24 vdc



## 10.ARQUITECTURA DE PRODUCTOS

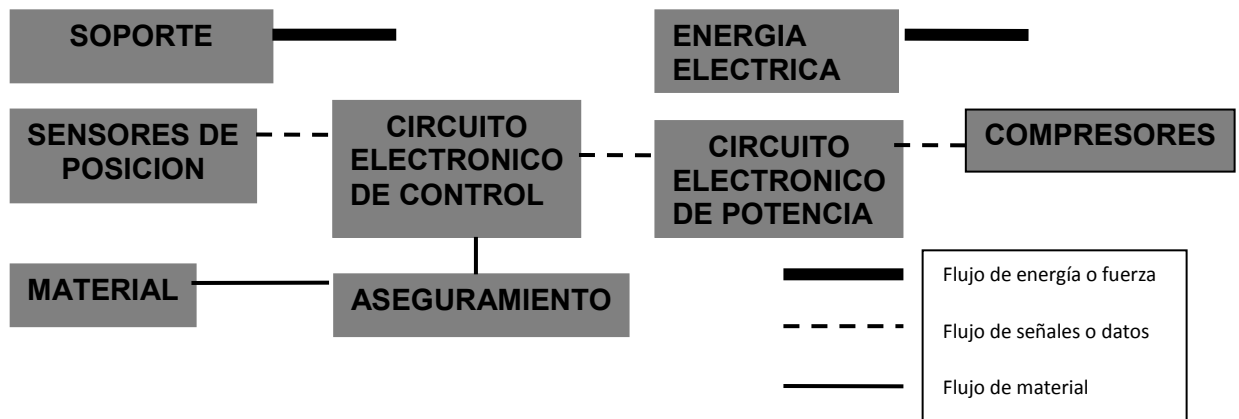
A continuación se mostrará el arreglo de elementos funcionales en conjuntos físicos, que construirán los elementos básicos del producto o de la familia de productos y presentara el análisis de sus iteraciones.

**Figura 17. Arquitectura de productos.**



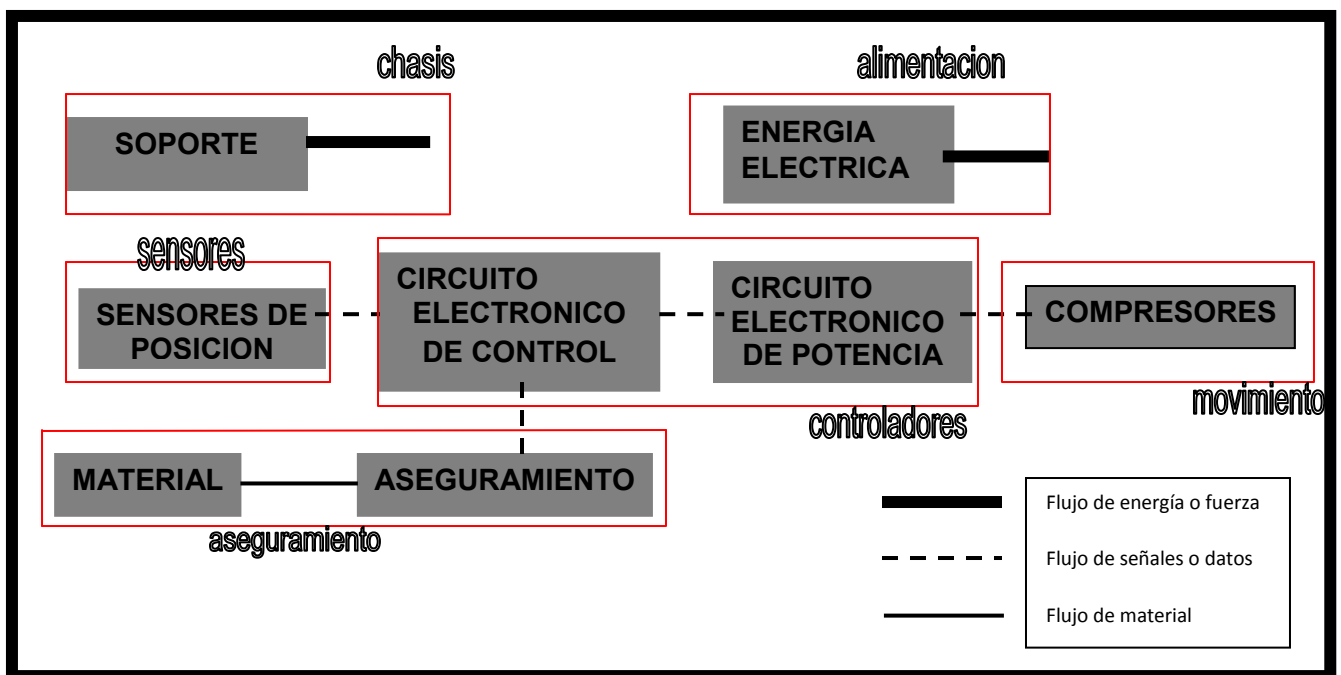
## ESQUEMA DEL PRODUCTO

Figura 18. Esquema del producto.



## AGRUPACION DE LOS ELEMENTOS DEL ESQUEMA DEL PRODUCTO

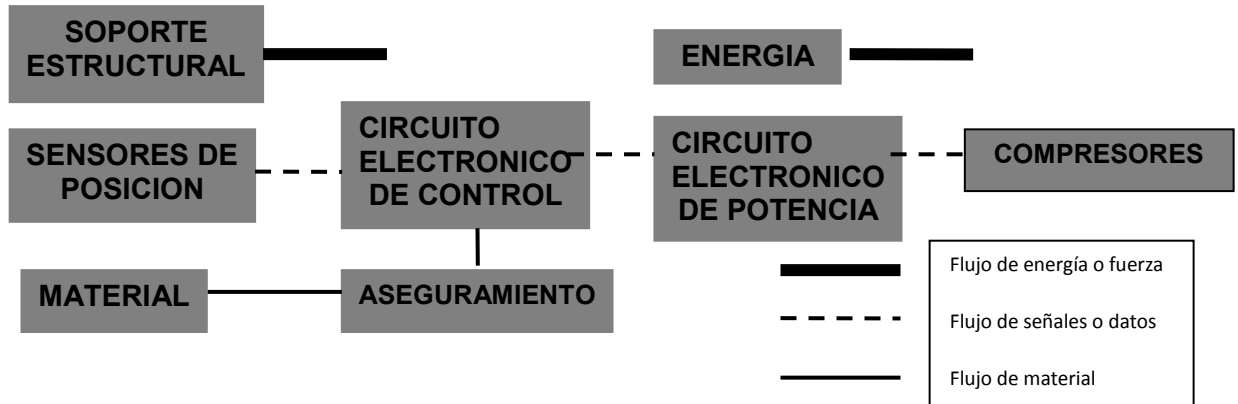
Figura 19. Agrupación esquema del producto.



## 10.1.INTERACION ENTRE CONJUNTOS

### 10.1.1. Fundamentales.

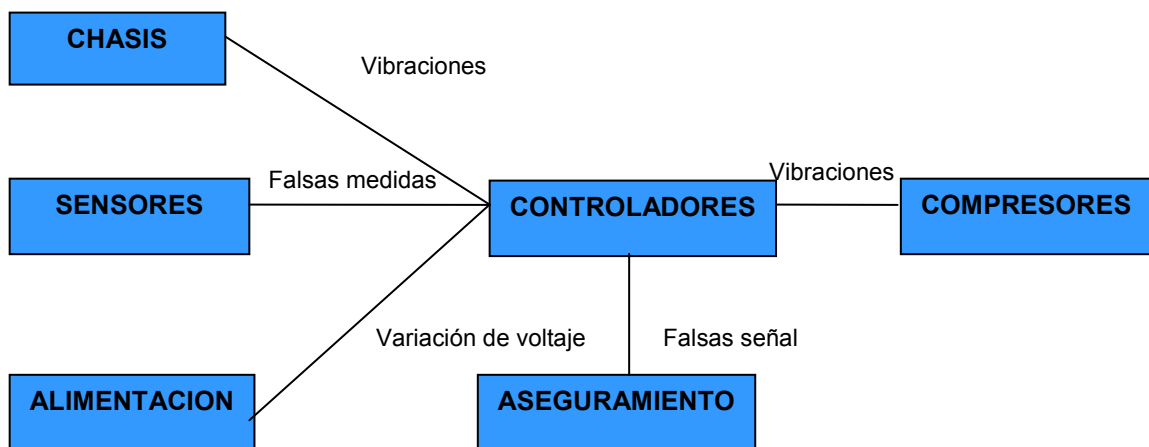
Figura 20. Interacción entre conjuntos fundamentales.



Interacciones fundamentales de los conjuntos del producto

### 10.1.2. Incidentales.

Figura 21. Interacción entre conjuntos incidentales.



Interacciones incidentales que pueden producirse en los conjuntos.

## 11.ARQUITECTURA DE SISTEMAS ELECTRONICOS

La arquitectura de los sistemas electrónicos es muy importante en el diseño de dispositivos electromecánicos, ya que permite tener una previa visualización de la distribución de los componentes, permitiendo así evitar posibles interferencias entre los subsistemas (definidos en el diseño arquitectural). Los pasos a seguir son los siguientes:

- **REQUISITOS:**

Diseñar la automatización de un soldador de cobre

- **ESPECIFICACIONES:**

El proceso de control se maneja mediante un dispositivo lógico programable PLC

- **DISEÑO ARQUITECTURAL:**

El sistema electrónico del dispositivo se divide en tres etapas o subsistemas:

- Circuito electrónico de potencia
- Circuito electrónico de control (PLC)
- Circuito electrónico de detección (SENSOR INDUCTIVO, MICROS)

- **DISEÑO LOGICO:**

El lenguaje utilizado para la programación del controlador es STEP 7 MICROWIN

- **DISEÑO FÍSICO:**

**Figura 22. Soldador.**



**Figura 23. Tablero botoneras soldador.**



**Figura 24. Tablero soldador.**

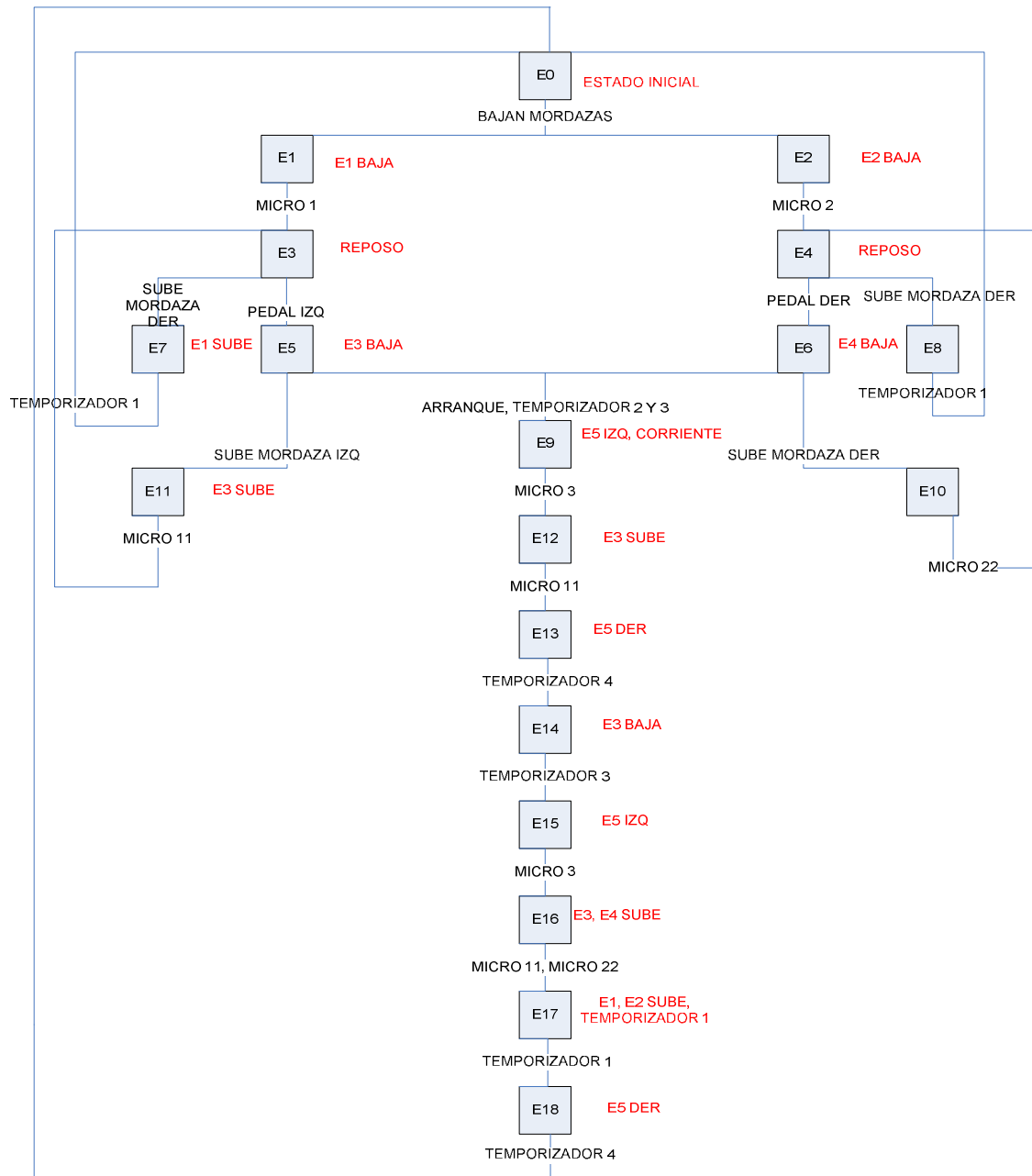


- **VALIDACION:** Con el prototipo final terminado, se realizan diferentes pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de todos los subsistemas.

## **11.1.DISEÑO DETALLADO**

**11.1.1. Diseño de software.** Para realizar el diseño del software para la automatización del proceso de soldado primero se realizo el análisis de la planta y la identificación de las fallas existentes dentro del proceso.

**Figura 25. Grafcet soldador**



**11.1.2. Diseño de hardware.** La adquisición, el procesamiento y trasmisión de las señales del proceso se realiza por medio de un conjunto de elementos especializados en automatización que se mencionan a continuación.

- **SELECCIÓN DEL PLC S7-200.** La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización que se pueden utilizar para numerosas tareas. Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo costo y su amplio juego de operaciones, los PLCs S7-200 se adecúan para numerosas aplicaciones pequeñas de control. Además, los diversos tamaños y fuentes de alimentación de las CPUs ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

Para la selección de este controlador se tuvo en cuenta el número de variables de entrada y salida, además si el tipo de variables eran analógicas o de tipo digitales.

**Tabla 13. Tabla de comparación CPUs S7- 200**

Función	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Dimensiones físicas (mm)	90 x 80 x 62	90 x 80 x 62	120,5 x 80 x 62	140 x 80 x 62	190 x 80 x 62
Memoria del programa con edición en runtime sin edición en runtime	4096 bytes 4096 bytes	4096 bytes 4096 bytes	8192 bytes 12288 bytes	12288 bytes 16384 bytes	16384 bytes 24576 bytes
Memoria de datos	2048 bytes	2048 bytes	8192 bytes	10240 bytes	10240 bytes
Memoria de backup	50 horas (tip.)	50 horas (tip.)	100 horas (tip.)	100 horas (tip.)	100 horas (tip.)
E/S integradas Digitales Analógicas	6 E/4 S -	8 E/6 S -	14 E/10 S -	14 E/10 S 2 E/1 S	24 E/16 S -
Módulos de ampliación	0 módulos	2 módulos <sup>1</sup>	7 módulos <sup>1</sup>	7 módulos <sup>1</sup>	7 módulos <sup>1</sup>
Contadores rápidos Fase simple	4 a 30 kHz	4 a 30 kHz	6 a 30 kHz	4 a 30 kHz 2 a 200 kHz	6 a 30 kHz
Dos fases	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	4 a 20 kHz	3 a 20 kHz 1 a 100 kHz	4 a 20 kHz
Salidas de impulsos (c.c.)	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	2 a 100 kHz	2 a 20 kHz
Potenciómetros analógicos	1	1	2	2	2
Reloj de tiempo real	Cartucho	Cartucho	Incorporado	Incorporado	Incorporado
Puertos de comunicación	1 RS-485	1 RS-485	1 RS-485	2 RS-485	2 RS-485
Aritmética en coma flotante	Sí				
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E / 128 S)				
Velocidad de ejecución booleana	0,22 microsegundos/operación				

En este caso se selecciono la CPU 226 que fue diseñada para procesos de automatización de alto nivel, es una de las mejores CPUs de la gama S7-200, que consta de 24/16 entradas/salidas mas la capacidad de integrar 7 módulos de ampliación logrando una capacidad de 248 entradas/salidas, memoria de programa 16/24 KB y memoria de datos 10 KB. Para este proceso del soldador fueron necesarias 17 entradas y 15 salidas todas ellas digitales.

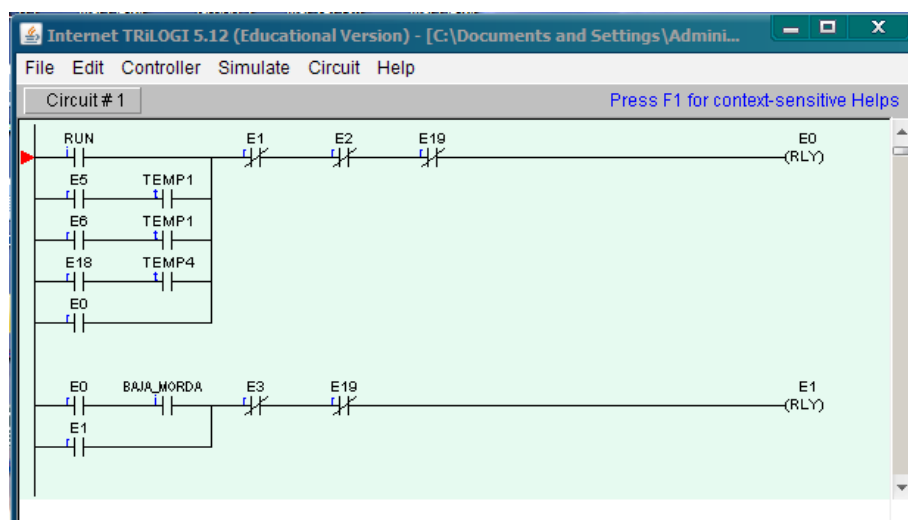
- **Fuente Sitop 2A Entrada 120/230 Vac; Salida 24 Vdc.** La fuente de alimentación SITOP 24V/2A, 5A, 10A ha sido concebida como un modulo (empotrable). La instalación de la fuente deberá realizarse de acuerdo a las normas y reglamentaciones nacionales. Sirve para su conexión a una red monofásica de 120 o 230V, 50/60Hz. Tensión de salida +24V DC, libre de potencial, protegida contra cortocircuitos y funcionamiento en vacío.



## 12.PROTOTIPADO

Una vez seleccionados los conceptos, se simulo el subsistema electrónico con ayuda del software TRILOGI 5.12, teniendo en cuenta para esto los sensores y actuadores. Creando de esta forma un prototipo analítico y parcial.

**Figura 26. Simulación control del proceso (diagrama escalera)**



**Figura 27. Panel de simulación de entradas y salidas.**

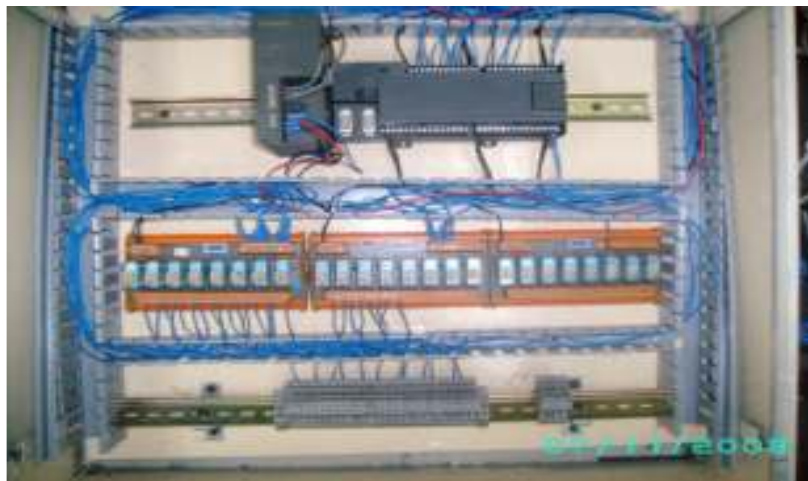
The screenshot shows the Programmable Logic Simulator interface. The main window displays a table of inputs, timers, counters, relays, and outputs for a control system. The table is organized into five columns: Input, Timer, Counter, Relay, and Output. Each column contains a list of variables and their corresponding addresses. The 'Input' column lists variables like ARRANQUE, PARO, PARO\_EMR, BAJA\_MOR, PEDAL\_I2, PEDAL\_DE, MICRO1, MICRO2, MICRO3, MICRO4, SUBE\_M0, SUBE\_M0, RUN, RESET\_EM, MICRO11, and MICRO22. The 'Timer' column lists variables like TEMP1, TEMP2, TEMP3, and TEMP4. The 'Counter' column lists variables like 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, and 22. The 'Relay' column lists variables like E0, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, AUXCOMPR, and E20. The 'Output' column lists variables like E1SUBE, E1BAJA, E2SUBE, E2BAJA, E3SUBE, E3BAJA, E4SUBE, E4BAJA, E5I2Q, E6DER, CORRIENT, COMPRESO, and COMPRESO. The interface includes a menu bar (View, Select, Control, Pause) and a status bar (Reset).

Input	Timer	Counter	Relay	Output
1 ARRANQUE	1	1	1 E0	1 E1SUBE
2 PARO	2	2	2 E1	2 E1BAJA
3 PARO_EMR	3	3	3 E2	3 E2SUBE
4 BAJA_MOR	4	4	4 E3	4 E2BAJA
5 PEDAL_I2	5	5	5 E4	5 E3SUBE
6 PEDAL_DE	6	6	6 E5	6 E3BAJA
7 MICRO1	7	7	7 E6	7 E4SUBE
8 MICRO2	8	8	8 E7	8 E4BAJA
9 MICRO3	9	9	9 E8	9 E5I2Q
10 MICRO4	10	10	10 E9	10 E6DER
11 SUBE_M0	11	11	11 E10	11 CORRIENT
12 SUBE_M0	12	12	12 E11	12 COMPRESO
13 RUN	13	13	13 E12	13 COMPRESO
14 RESET_EM	14	14	14 E13	
15 MICRO11	15	15	15 E14	
16 MICRO22	16	16	16 E15	
	17	17	17 E16	
	18	18	18 E17	
	19	19	19 E18	
	20	20	20 AUXCOMPR	
	21	21	21 E19	
	22	22	22 E20	

Luego de esta simulación se dedujo que podía haber mejoras en la parte de la programación de control aumentando así modificaciones para un mejor manejo por parte del operario.

Posteriormente, se elaboro un prototipo alfa, que debe ser físico y total para verificar la funcionalidad del mismo. Teniendo en cuenta el manejo del software STEP 7 microwin para la programación del controlador y la elaboración del proceso de control, se hace una prueba final para verificar el buen funcionamiento de este prototipo

**Figura 28. Tablero de control.**



Esta implementación del tablero de control se llevo a cabo después de las simulaciones de la lógica de control, para desarrollar y verificar el proceso.

**Figura 29. Electroválvulas neumáticas.**



**Figura 30. Electroválvulas hidráulicas**



Estas electroválvulas neumáticas e hidráulicas son componentes que están en buen estado para su manejo, éstas manejan la apertura y el cierre de las mordazas para asegurar que el alambIÓN de cobre al ser soldado no se deslice para así tener una buena soldadura.









**Figura 31. Dispositivo lógico programable(CPU 226)**



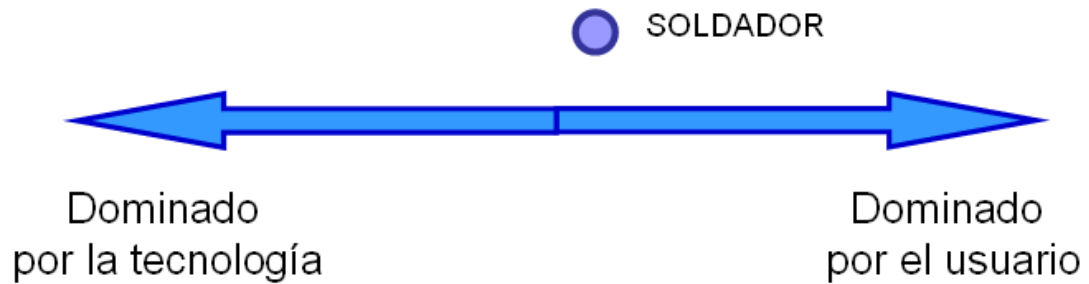
## 13. DISEÑO INDUSTRIAL

### 13.1. VALORACION DEL DISEÑO INDUSTRIAL DEL SOLDADOR

**Tabla 14. Valoración del diseño industrial.**

ERGONOMÍA	Bajo Medio Alto	EXPLICACION DE LA CALIFICACION
Facilidad de uso		En general el soldador al poseer botones de facil manipulacion y una secuencia logica ya establecida, hace que este dispositivo sea facil de usar.
Facilidad de mantenimiento		Al ser este un producto electronico requiere de un mantenimiento medio y para la parte mecanica requiere un grado de mantenimiento medio alto por las especificaciones del fabricante.
Cantidad de interacciones		la cantidad de interacciones por parte del usuario y el soldador son medio altas
Novedades de interacciones		Las interacciones que presenta son básicas y características de dispositivos domésticos.
Seguridad		El dispositivo debe ser confiable y seguro al ser manipulado por parte del usuario evitandole riesgos.
ESTÉTICA	Bajo Medio Alto	EXPLICACION DE LA CALIFICACION
Diferenciación del producto.		A pesar de que en el mercado hallan productos similares la diferenciacion de este seria la parte del controlador, que seria manejado por un PLC
Orgullo de posesión, imagen o moda.		Para la instituciones que posean el producto este debera generar un orgullo de posesion, ya que la confiabilidad y el diseno de este es altamente funcional.
Motivación del grupo.		Para el desarrollo de este producto se inspiraron y motivaron en un ambiente tranquilo de trabajo para el diseno.

## CLASIFICACIÓN DEPENDIENDO DE LA NATURALEZA DEL PRODUCTO



El producto por ser dominado por el usuario, el diseño industrial debe comenzar en la etapa de desarrollo, más específicamente en la prueba de conceptos.

## 14. DISEÑO PARA MANUFACTURA

Durante esta etapa del diseño se deben evaluar los conceptos elegidos con anterioridad, con el fin de eliminar redundancias o elementos de difícil utilización, reduciendo de esta manera los costos de producción sin sacrificar la calidad final del producto.

### 14.1 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE MANUFACTURA

**Tabla 15. Equipos de automatización y control**

ARTICULO	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR
CPU 226	1	Alimentación 24 v DC, 16 entradas a 24 v DC, 24 salidas a 24 v DC	\$ 1.200.000
Fuente	1	Fuente SITOP smart , entrada 120-240 v AC, salida 24 V DC / 2.5 A (3 A up to +45 °C)	\$ 350.000
Cable comunicación	1	Cable Interfaz usb/PPI para comunicación y programación PC/S7-200	\$ 385.000
Rele	3	Tarjeta de 8 rele 16 salidas, alimentación 24 v DC, salidas v AC(0-120), v DC(0-24)	\$ 663.000

El costo en el mercado de los componentes para el sistema de automatización suman un costo de de \$2.598.000.

**Tabla 16. Materiales eléctricos**

ARTICULO	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR
Base	1	Escuadra final para bornes	\$ 14.600
Bornera	50	Bornes de conexión individual	\$ 149.500
Cable	100 mts	Cable calibre 20	\$ 120.000
Terminal	150	Terminales tipo aguja para calibre 20	\$ 15.000

El costo en el mercado de los materiales eléctricos suman un precio de \$299.100

## 15.DISEÑO PARA MANTENIMIENTO

Elemento que requieren de mantenimiento:

- Compresores
- Sensores
- Actuadores hidráulicos
- Actuadores neumáticos
- Tablero electrónico

### **Mantenimiento preventivo**

- Actuadores hidráulicos y actuadores neumáticos: después del uso de este dispositivo se debe mirar si hay fugas por pérdida de presión para esto miramos los manómetros que alimentan a nuestro soldador.
- Tablero electrónico: se debe hacer un chequeo de los dispositivos electrónicos y rectificar que estén en buen estado y hacer una limpieza del polvo ahí acumulado.

### **Mantenimiento predictivo**

- Calibración de sensores: algunos sensores son susceptibles a cambios ambientales, tales como humedad, altitud, temperatura, etc., tal es la razón de la continua calibración y medición de las respuestas del sensor.

### **Mantenimiento correctivo**

- Sensores: En caso de daño de los sensores (impacto, desgaste, etc.), estos deben ser reemplazados por unos nuevos.
- Compresores: algunos de estos elementos fallan por otras razones como son las perdidas o fugas de aire o aceite.

## **16.DETECCION DE RIESGOS Y DISEÑO DE SOLUCIONES**

### **PELIGRO MECANICO**

#### ***RIESGOS EN LAS PARTES MOVILES:***

- En las mordazas del soldador presentamos un alto riesgo de atrapamiento cuando el operario está manipulando la maquina, para esto ponemos una guarda de seguridad con un sensor inductivo que no me permite seguir el proceso si ese sensor esta desactivado.

#### ***RIESGOS POR QUEMADURAS***

- En el caso del soldador cuando se efectúa la soldadura, el operario corre el riesgo de sufrir quemaduras por chispoteo de la misma para esto el operario debe utilizar los implementos de seguridad industrial.

### ***SEGURIDAD INDUSTRIAL***

Como medida preventiva para los operarios se concientizo en ellos el buen manejo de los implementos de seguridad como lo son los guantes, overol y casco industrial.

Las normas de seguridad industrial se deben llevar a cabo desde el cuidado mismo del trabajador y concientizarlo del riesgo que esta presente, algunas de estas normas son:

- El orden y la vigilancia dan seguridad al trabajo. Colabora en conseguirlo.
- Corregir o da aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.
- No usar máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.
- Usar las herramientas apropiadas y cuida de su conservación. Al terminar el trabajo déjalas en el sitio adecuado.
- Utilizar, en cada paso, las prendas de protección establecidas. Mantenlas en buen estado.
- No quites sin autorización ninguna protección de seguridad o señal de peligro. Piensa siempre en los demás.
- Todas las heridas requieren atención. Acude al servicio médico o botiquín.
- No gastes bromas en el trabajo. Si quieres que te respeten respeta a los demás.
- No improvises, sigue las instrucciones y cumple las normas. Si no las conoces, pregunta.
- Presta atención al trabajo que estás realizando. Atención a los minutos finales. La prisa es el mejor aliado del accidente



## 17. INTEGRACION DE SISTEMAS MECATRONICOS

### SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

*A nivel de instrumentación*

#### **Sensores**

- Sensores inductivos
- Sensor on-off(micros)

#### **Actuadores**

- Compresores
- Motores
- pistones

#### **Emisores de alarma**

- rutilante
- zumbador

*Fiabilidad*

#### **Sistemas que no fallan**

- plc
- sensores
- compresores
- alimentación
- mordazas

#### **Sistemas que fallan**

- sistema hidráulico
- sistema neumático

#### **Calculo de la función de fiabilidad del sistema**

$$R(t) = \frac{Nn(t)}{[Nf(t) + Nn(t)]}$$

$$Nn(t) = 5$$

$$Nf(t) = 2$$

$$R(t) = \frac{5}{7} = 0.71$$

$$F(t) = 1 - R(t)$$

$$F(t) = 0.29$$

*Fiabilidad de software y hardware*

### **Fuentes de falla**

- Exceso de la temperatura del soldador a causa de la corriente
- Falla por mordazas
- Falla por falta de presión de aire

## **18. CONCLUSIONES**

Es importante enfatizar que una correcta descripción, análisis y un estudio detallado de la problemática que plantea el cliente es la mejor solución para abordar con éxito un proyecto.

La implementación del método de diseño resulta ser una herramienta poderosa a la hora de planear y ejecutar oportunidades de mercado y la utilización de la arquitectura modular son excelentes formas de diseño que permiten realizar más fácil mantenimiento, cambios o futuras modificaciones.

En las industrias actuales podemos ver la gran necesidad de estas por actualizar sus maquinas o automatizar sus procesos para así tener una mayor producción y eficiencia de las maquinas.

Se analizaron los requerimientos del proceso, lo cual permitió la generación de restricciones y premisas que se tuvieron en cuenta al momento de desarrollar el diseño de programación del PLC y tener en cuenta las variables externas de la programación.

Se realizo con éxito la implementación de las normas de seguridad industrial para los operarios con capacitaciones y ayudándolos así a mejorar su productividad y reduciendo los riesgos, del mismo modo se implemento una rejilla de seguridad para proteger del chispoteo de la soldadura.

Desarrollando las simulaciones de la estrategia de control del soldador se obtuvo mejoras en el software gracias al diseño detallado y a los prototipos.

Después de la implementación del tablero de control con respecto a la ya existente nos muestra una gran diferencia en el manejo de los sistemas electrónicos ya que facilitara el mantenimiento del soldador y la calibración del mismo.

Los resultados que se obtuvieron al cambiar la lógica cableada por lógica programada fueron reducción de costos y tiempos de parada del soldador, ya que por medio de la programación será más fácil el manejo de la lógica de control y de sus componentes electrónicos.

Por último este proyecto fue de gran importancia para el desarrollo conceptual y practico de los sistemas de automatización a nivel industrial ya que aumentan el tiempo de producción y reducen costos y optimizan procesos para las industrias. De igual manera este proyecto fue una gran práctica y desarrollo integral de mis conocimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

BUG-O Systems [en línea]. España: Direct industry, 2008. [consultado el 22 de julio de 2008]. Disponible en internet: <http://www.directindustry.es/prod/bug-o-systems/sistema-de-corte-y-de-soldadura-por-arco-automatico-guiado-por-riel-11660-84836.html>

CEKIT S.A. Curso práctico de electrónica industrial y automatización. Pereira: Alfaomega, 2002. 250 p.

CENTELSA [en línea]. Colombia, 2008. [consultado el 10 de agosto de 2008]. Disponible en internet: <http://www.centelsa.com.co/>

Curso básico autómatas programables [consultado el 10 enero de 2009]. Disponible en internet en: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm>

Enciclopedia libre [en línea]. Wikipedia [consultado el 20 junio de 2009]. Disponible en internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

FORSTHOFF. [en línea]. [consultado el 28 de julio de 2008]. Disponible en internet: <http://www.forsthoffwelding.com/es/productos/maquinas-automaticas-de-soldadura/soldador-automatico-de-correas-forplast-b70.html>

GARCIA, Emilio. Automatización de procesos industriales. 3 ed. México: Editorial Alfa Omega, 2001. 352 p.

Instrucciones de funcionamiento Siemens Micromaster [en línea]. Valey Road Congleton: Siemens, 1999. [Consultado 9 Agosto de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.siemens.com>

Manual electrotécnico telesquemario Telemecanique [en línea]. España: Schneider Electric S.A., 1999. [Consultado 9 enero de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.schneiderelectric.es>

SIEMENS. Product support [en línea] [consultado el 10 de julio de 2009]. Disponible en internet: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&objid=10945788&treeLang=en>

STRECKER, August. Cables de hilos retorcidos de cobre o aluminio [en línea] Alemania, 2008. [Consultado el 28 de julio de 2008]. Disponible en internet: [http://www.strecker-limburg.de/index\\_es.php?cid=3ujl](http://www.strecker-limburg.de/index_es.php?cid=3ujl)

## **Anexo A. Entradas digitales.**

***(nombre, dirección)***

ARRANQUE	I0.0
PARO	I0.1
PARO_EMERGENCIA	I0.2
BAJA_MORDAZAS	I0.3
PEDAL_IZQ	I0.4
PEDAL_DER	I0.5
MICRO1	I0.6
MICRO2	I0.7
MICRO3	I1.0
MICRO4	I1.1
SUBE_MORDA_IZQ	I1.2
SUBE_MORDA_DER	I1.3
RUN	I1.4
RESET_EMERGENCIAS	I1.5
MICRO11	I1.6
MICRO22	I1.7
SENSORPUERTA	I2.0

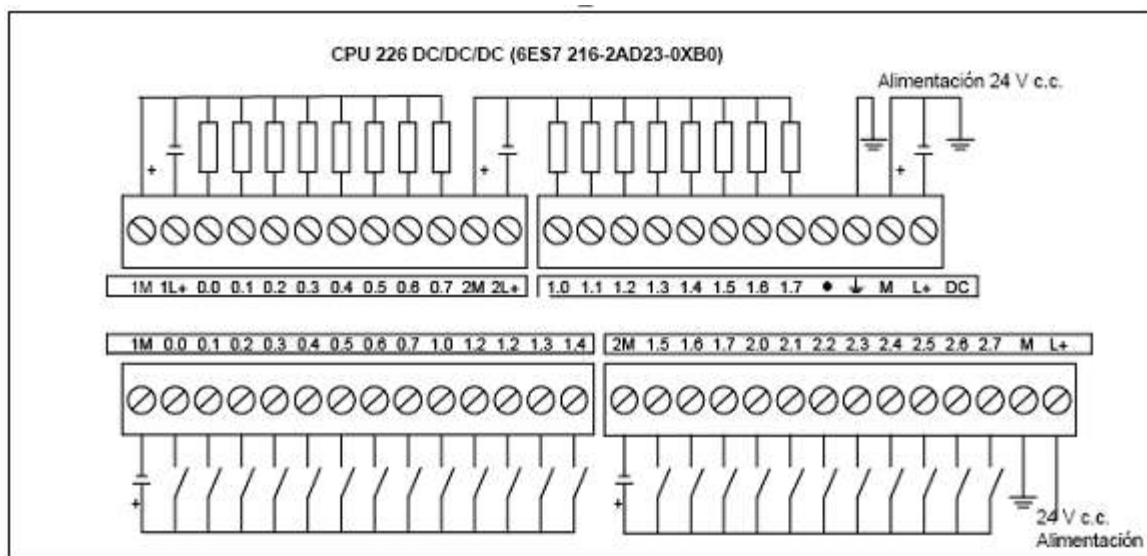
## Anexo B. Salidas digitales

*(nombre, dirección, comentario)*

E1SUBE	Q0.0	electroválvula mordaza IZQ
E1BAJA	Q0.1	electroválvula mordaza IZQ
E2SUBE	Q0.2	electroválvula mordaza DER
E2BAJA	Q0.3	electroválvula mordaza DER
E3SUBE	Q0.4	electroválvula mordaza IZQ
E3BAJA	Q0.5	electroválvula mordaza IZQ
E4SUBE	Q0.6	electroválvula mordaza DER
E4BAJA	Q0.7	electroválvula mordaza DER
E5BAJA	Q1.0	electroválvula 1 Y 2 pistón pequeño
E6BAJA	Q1.1	electroválvula 3 pistón grande
CORRIENTE	Q1.2	contactor 1 grande
E7SUBE	Q1.3	
BOMBAHIDRAULICA	Q1.4	
CORRIENTE2	Q1.5	contactor 2 pequeño
E7BAJA	Q1.6	electroválvula 4 pistón grande

## Anexo C. Datos Técnicos de las CPU 226

### Diagrama de cableado



Fuente: SIEMENS Industry Automation and Drive Technologies Service & Support [en línea].  
 Alemania: SIEMENS INTERNACIONAL 2008. Consultado 20 de Julio de 2008]. Disponible  
 en Internet: <http://support.automation.siemens.com>

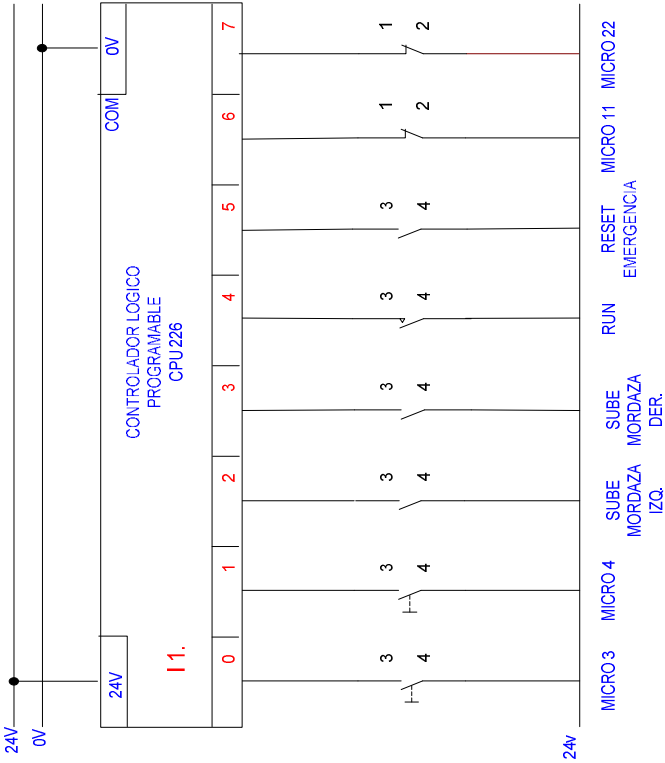
## 72



FECHA		ENTRADAS DIGITALES	#PLANOTECA
ESCALA	1:1	HOJA	1 DE 4

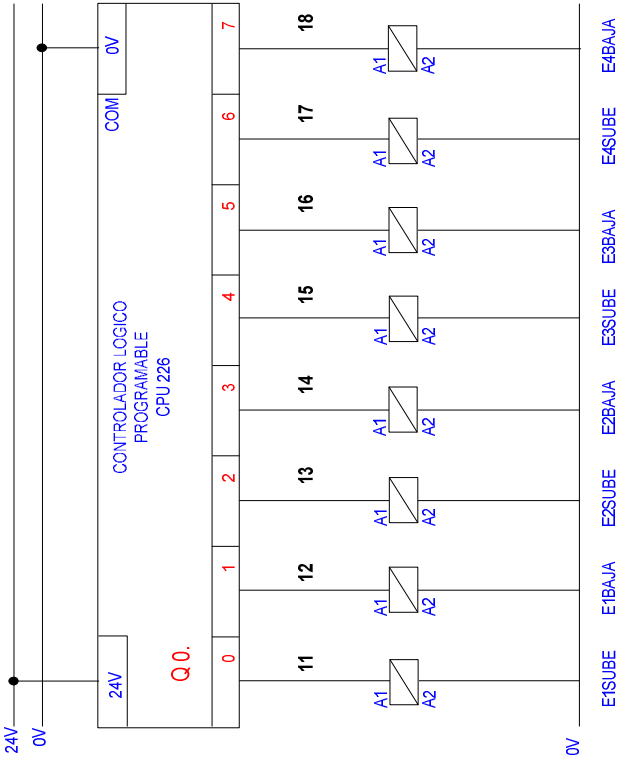


Anexo E. Planos eléctricos del sistema de control.  
Entradas PLC (I1.0-I1.7)



		FECHA		SOLICITO		APROBO		#PLANOTECA	
DIBUJADO		JONATHAN DELGADO RANGEL							
APROBO		ESCALA		1:1		HOJA		1 DE 4	

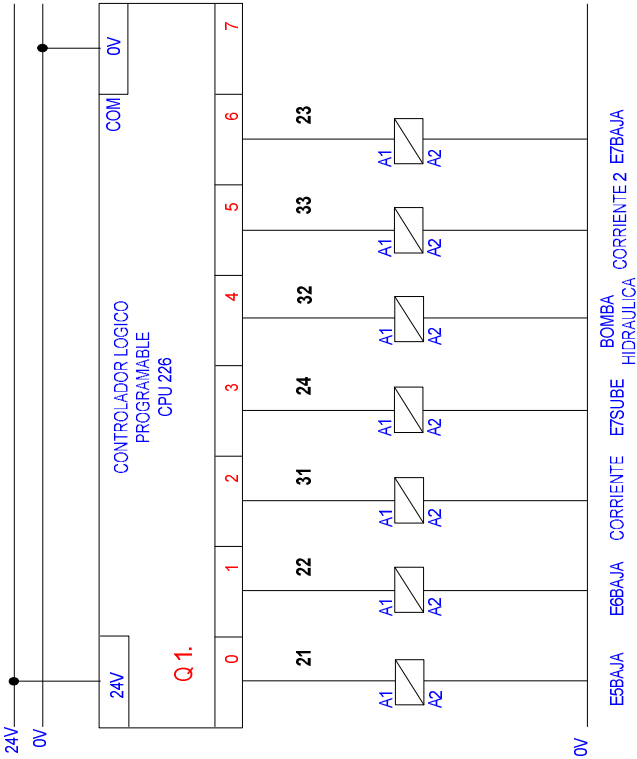
Anexo F. Planos eléctricos del sistema de control.  
Salidas por relé (Q0.0-Q0.7)




601

		FECHA		SOLICITO		APROBO		#PLANOTECA	
DIBUJADO		JONATHAN DELGADO RANGEL							
APROBO		ESCALA		1:1		HOJA		1 DE 4	

Anexo G. Planos eléctricos del sistema de control.  
Salidas por relé (Q1.0-Q1.7)



601

		FECHA		SOLICITO	APROBO	#PLANOTECA
DIBUJADO	JONATHAN DELGADO RANGEL	ESCALA		1:1	HOJA	1 DE 4
APROBO						

## Anexo H. Encuesta

### Formato de la encuesta

Que tan necesarios son para usted los soldadores automáticos actualmente implementados?

Mucho \_\_\_\_

Poco \_\_\_\_

Nada \_\_\_\_

Usted cuanto estaría dispuesto a pagar por un soldador automático, con una plataforma de software que les permita orientar de manera precisa el control del soldador, dando un acabado fino en poco tiempo.

Precio \_\_\_\_\_

Por favor califique de 1 a 5 entendiendo por 1 muy malo y 5 muy bueno, el Dispositivo presentado

Calificación \_\_\_\_

Usted: (por favor marque con una x su selección)

Definitivamente si compraría este producto

Probablemente si lo compraría

Pudiera o no comprarlo

Probablemente no lo compraría

Definitivamente no lo compraría

Puede hacer alguna sugerencia para mejorarlo?

---

---

### Resultados de la encuesta

**Tabla 12. Resultado encuestas.**

Pregunta 1	Pregunta 2 (millones)	Pregunta 3	Pregunta 4
M	6	4	A
M	4	4	B
P	7	3	E
M	5	3	B
M	6	4	B
P	5	4	B
N	8	3	C
N	9	5	A
P	7	3	C

M	3	3	D
moda=M	promedio=6	promedio=3,6	moda=B

Pregunta 5: Sugerencias dadas para el mejoramiento

“El tamaño del soldador, podría ser portátil.”

“Mas independencia del producto.”

“Que pueda soldar en diferentes posiciones y superficies”

“Fácil mantenimiento”

Anexo I. Cronograma de actividades

Actividad / Tiempo(semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1. Identificación del problema																												
1.1 Definición de la problemática																												
1.2 Elaboración de las necesidades y requerimientos del cliente																												
2. Elaboración del anteproyecto																												
2.1 Estudio antecedentes del soldador																												
2.2 Estudio del proceso del soldador																												
2.3 Realización de esquemas básicos																												
2.4 Reconocimiento de las variables del problema																												
2.5 Correcciones por director																												
2.6 Correcciones por estudiante																												
Entrega de documento corregido																												
3. Definición del problema																												
3.1 Ver las posibles soluciones																												
3.1 Hacer diseño detallado																												
3.2 Escoger la posible solución																												
4. Diseño del controlador																												
4.1 Diseño de la estrategia de control																												
4.1.1 Análisis de las variables de entrada y salida																												
4.1.2 Relación entre controlador y variables de entrada y salida																												
4.2 Simulación del proceso de control																												
4.3 Obtención de resultados y sacar conclusiones																												
4.3.1 basado en simulación ver posibles errores																												
4.3.2 corrección de posibles errores en el control																												
5. Realización informe final																												
5.1 presentar informe final para la empresa con los planos de diseño																												
5.2 Presentar informe final a la universidad																												
5.3 Sustentación de la pasantía ante la universidad																												